

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ НУТРОМЕРА  
МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НМ-600 ДЛЯ УРАЛЬСКОГО  
ДИЗЕЛЬ-МОТОРНОГО ЗАВОДА**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 380

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ НУТРОМЕРА  
МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НМ-600 ДЛЯ УРАЛЬСКОГО  
ДИЗЕЛЬ-МОТОРНОГО ЗАВОДА**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
профилизации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Исполнитель:

студентка группы КМ-401п

(подпись)

Катаева С. О.

Руководитель:

доцент, канд. пед. наук,  
доцент кафедры ИММ

(подпись)

Соколова Т. Б.

Нормоконтролер:

канд. техн. наук,  
доцент кафедры ИММ

(подпись)

Категоренко Ю. И.

Екатеринбург 2019

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 80 страницах, содержит 8 таблиц, 33 источника литературы, а также 5 приложений на 32 страницах.

Ключевые слова: МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ, НУТРОМЕР МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ, ЭТАЛОН.

Катаева С. О. Разработка методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 для Уральского дизель-моторного завода: выпускная квалификационная работа / С. О. Катаева; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 112 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 для Уральского дизель-моторного завода». На предприятии, в настоящее время, отсутствует данная методика калибровки, по причине не укомплектованности парка эталонов, указанного в методике поверки данного средства измерения.

Целью работы является выявление номенклатуры и пределов значений метрологических характеристик Нутромера микрометрического НМ-600 и разработка структуры и содержания методики его калибровки.

Были выбраны средства калибровки, рассчитаны погрешность и неопределенность измерений данного нутромера, сформированы структура и содержание методики калибровки. Также был подготовлен учебный план для обучения персонала по использованию разработанной методики.

Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 разработана впервые, специально для Уральского дизель-моторного завода.

					44.03.04.380.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 для УДМЗ			Литер	Лист	Листов
Разраб.	Катаева									
Провер.	Соколова								2	112
								ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО каф. ИММ гр. КМ – 401п		
Н. Контр.	Категоренко									
Утверд.	Гузанов									

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 НОРМАТИВНАЯ ОСНОВА КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ....	7
1.1 Понятие калибровки средств измерения.....	7
1.2 Документы Российской системы калибровки как основа проведения калибровки в РФ .....	12
1.3 Средства, методы, условия калибровки и ее проведения на предприятии .....	22
1.4 Понятие погрешности и неопределенности при калибровке средств измерения .....	30
2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ НУТРОМЕРА МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НМ-600.....	39
2.1 Характеристика предприятия и его метрологической службы .....	39
2.2 Метрологическое обеспечение Нутромера микрометрического НМ-600 в условиях ООО «УДМЗ».....	47
2.3 Обоснование выбора средств калибровки .....	52
2.4 Расчет погрешности и неопределенности измерений Нутромера микрометрического НМ-600 .....	54
2.5 Формирование структуры и содержания методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600.....	58
3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ.....	62
3.1 Выявление требований к уровню компетенций персонала .....	62
3.2 Разработка методических материалов.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 .....	81

ПРИЛОЖЕНИЕ Б –	Организационная структура управления «Дирекция по качеству» .....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ В –	Свидетельство об утверждении типа СИ.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ Г –	Описание типа средства измерений .....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Д –	Методические рекомендации к проведению лабораторной работы «Калибровка Нутромера микрометрического НМ-600» .....	107

## ВВЕДЕНИЕ

Калибровка средств измерений является основным элементом метрологической прослеживаемости измерений, необходимой для обеспечения компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Результат измерения, выполненный в лаборатории, является прослеживаемым к единице СИ, если он может быть соотнесен с основой для сравнения (эталоном) через документированную непрерывную цепь калибровок [15].

Документом, регламентирующим процедуру калибровки средств измерений, называют методику калибровки средств измерений. В соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025 при калибровке следует использовать методики калибровки, которые отвечают потребностям клиентов. Преимущественно следует использовать методики, приведенные в международных, региональных, межгосударственных или национальных стандартах [7].

Дипломная работа выполнена на базе Уральского дизель-моторного завода.

Уральский дизель-моторный завод не имеет аккредитации в национальной системе аккредитации (412 ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации») на поверку средств измерений, данное предприятие может заниматься только калибровкой для собственных нужд. В СМК-ДП-7.601-2018 «Управление средствами измерений» (п. 11.3) указано, что в случае отсутствия методики калибровки, калибровка средств измерений проводится согласно методике поверки. В настоящее время методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 отсутствует. Парк эталонов, указанный в методике поверки, не укомплектован, поэтому предприятие отправляет свои нутромеры на поверку в сторонние организации (в частности ФБУ Уралтест), что влечет за собой следующие отрицательные моменты:

1. Временные затраты. На то, чтобы провести поверку нутромеров в «Уралтесте», в среднем, уходит 1,5 месяца;

2. Нет возможности своевременного ремонта в случае выхода из строя. А также последующей калибровки, которую необходимо выполнять после ремонта;

3. Расходы. Проводить калибровку своими силами гораздо дешевле, чем поверку в сторонней организации.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что данному предприятию необходима методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600.

Объектом данной выпускной квалификационной работы является Нутромер микрометрический НМ-600.

Предметом – методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 для ООО «УДМЗ».

Цель исследования – выявление номенклатуры и пределов значений метрологических характеристик Нутромера микрометрического НМ-600 и разработка структуры и содержания методики его калибровки.

Задачи:

1. Изучить организационно-методическую и нормативную основу калибровки средств измерений в РФ;

2. Выявить требования к содержанию методики калибровки;

3. Провести анализ состояния метрологического обеспечения Нутромера микрометрического НМ-600 в условиях ООО «УДМЗ», выявить возможность его управления внутри предприятия;

4. Сформировать структуру и содержание разделов методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600.

# **1 НОРМАТИВНАЯ ОСНОВА КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ**

## **1.1 Понятие калибровки средств измерения**

Для выполнения первой задачи данной ВКР следует изучить понятие калибровки средств измерений и чем она отличается от поверки.

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений [7].

Метрологические характеристики средств измерений – это такие характеристики, которые оказывают влияние на результат измерения и его погрешности. ГОСТ 8.009-84 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» устанавливает номенклатуру, правила выбора и способы нормирования метрологических характеристик в нормативно-технических документах.

Методика калибровки средств измерений – документ, регламентирующий процедуру калибровки средств измерений [7].

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке. Калибровка средств измерений выполняется с использованием эталонов единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин, а при отсутствии соответствующих государственных первичных эталонов единиц величин – к национальным эталонам единиц величин иностранных государств [29].

Выполняющие калибровку средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели в добровольном порядке могут быть аккредитованы в области обеспечения единства измерений [29].

Результаты калибровки средств измерений, выполненной юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в



соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации, могут быть использованы при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Порядок признания результатов калибровки при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и требования к содержанию сертификата калибровки, включая прослеживаемость, устанавливаются Правительством Российской Федерации [29].

Поверка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям [29].

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке. Применяющие средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны своевременно представлять эти средства измерений на поверку [29].

Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели [29].

Правительством Российской Федерации устанавливается перечень средств измерений, поверка которых осуществляется только аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации государственными региональными центрами метрологии [29].

Результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки, и (или) свидетельством о поверке, и (или) записью в паспорте (формуляре) средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки. Кон-

струкция средства измерений должна обеспечивать возможность нанесения знака поверки в месте, доступном для просмотра. Если особенности конструкции или условия эксплуатации средства измерений не позволяют нанести знак поверки непосредственно на средство измерений, он наносится на свидетельство о поверке или в паспорт (формуляр) [29].

Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений [29].

Сведения о результатах поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями [29].

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут подвергаться поверке в добровольном порядке [29].

Калибровка СИ, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, является добровольной, проводится в соответствии с техническими требованиями, нормами и требованиями заказчика.

Перечень СИ, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений государственными региональными центрами метрологии несет как обязательный, так и добровольный порядок в соответствии с законодательными требованиями [29].

Целью калибровки является определение точного значения как погрешности, так и неопределенности СИ, а целью поверки – гарантия того, что по-

грешность СИ находится в допустимых пределах в течении всего межповерочного интервала.

Поверка проводится для СИ, прошедших испытания в целях утверждения типа, а к калибровке также допускаются прочие средства измерения.

Заниматься поверкой СИ имеет право только аккредитованная в установленном порядке [28] метрологическая служба. Любая не аккредитованная метрологическая служба имеет право проводить калибровку СИ только для собственных нужд. Если же калибровка проводится при производстве (продаже) СИ за рубеж, либо для сторонней организации, то метрологическая служба должна быть аккредитована в Российской системе аккредитации.

Подведем итоги данного параграфа в виде таблицы 1, в которой указан ряд характеристик, отличающих калибровку средств измерения от поверки.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики процедур калибровки и поверки

Характеристика	Калибровка	Поверка
1	2	3
Основания для проведения	Технические требования, нормы, требования заказчиков	Законодательные требования
Цель	Взаимосвязь между показаниями СИ и действительными значениями измеряемых величин. Определение как погрешности, так и неопределенности	Гарантия того, что погрешность СИ находится в допустимых пределах в течении всего межповерочного интервала
Предварительные условия	Признание результатов калибровки	СИ прошло испытания в целях утверждения типа
Порядок проведения	Добровольный порядок для СИ, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений	Обязательный порядок для перечня СИ, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений государственными региональными центрами метрологии; Добровольный порядок для СИ, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Окончание таблицы 1

1	2	3
Содержание процедуры	Определение взаимосвязи между измеренными значениями и соответствующими величинами, реализованными эталонами в определенных условиях, времени и дате	Оценка соответствия СИ законодательным требованиям (качественные требования, максимально допустимые погрешности)
Периодичность проведения	При выпуске СИ из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже	Первичная поверка – до ввода в эксплуатацию и после ремонта СИ; Периодическая поверка – в процессе эксплуатации СИ
Уполномоченные службы	Любая метрологическая служба, в том числе, на предприятии	Аккредитованная в установленном порядке метрологическая служба
Техническая процедура	Определение действительной погрешности СИ с использованием эталона	Сравнение числового значения физической величины, измеренной поверяемым СИ, со значением, измеренным СИ более высокой точности – эталоном. При этом погрешность эталона должна быть в три раза меньше погрешности поверяемого СИ
Достоверность результатов	В момент калибровки в особых условиях (устанавливается самой метрологической службой)	В течение межповерочного интервала, указанного в Свидетельстве об утверждении типа
Результат проведения	Определение действительных значений метрологических характеристик СИ	Подтверждение соответствия СИ установленным метрологическим требованиям
Способ удостоверения	Калибровочный знак, наносимый на СИ или Сертификат о калибровке, а также запись в эксплуатационных документах	Знак поверки (наносится либо в свидетельство, либо в паспорт, либо на СИ) и Свидетельство о поверке
Оценка результатов	Пользователь СИ	Орган, ответственный за поверку
Поверочная схема	Калибровочная лаборатория должна представить доказательства прослеживаемости	Определяется методикой поверки
Неопределенность измерений	В зависимости от технической компетенции лаборатории и характеристик СИ	В соответствии с методикой поверки

## **1.2 Документы Российской системы калибровки как основа проведения калибровки в РФ**

Чтобы изучить организационно-методическую и нормативную основу калибровки средств измерения в РФ, рассмотрим подробнее документы Российской системы калибровки.

Российская система калибровки – совокупность добровольно объединившихся юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых в части организации и выполнения калибровочных работ направлена на обеспечение единства измерений в стране вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений и осуществляется в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами [26].

Основная цель функционирования РСК – это создание условий для международного признания результатов калибровки и обеспечения доверия к качеству выполнения калибровочных работ со стороны клиентов и партнеров юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, зарегистрированных в РСК и осуществляющих калибровочную деятельность в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами [26].

Основным предметом деятельности Российской системы калибровки являются:

1. Регистрация аккредитуемых органов;
2. Аккредитация метрологических служб юридических лиц (метрологических служб) на право проведения калибровочных работ;
3. Калибровка средств измерений;
4. Установление основных принципов и правил РСК, организационное, методическое и информационное обеспечение деятельности РСК;
5. Инспекционный контроль за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ [20].

В организационную структуру РСК входят: Центральный орган РСК, Совет РСК, Научно-методический центр РСК, аккредитующие органы РСК, метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право проведения калибровочных работ [20].

Центральный орган РСК, координирующий деятельность субъектов РСК, осуществляет следующие функции:

1. Устанавливает основные принципы, правила РСК;
2. Принимает решения о регистрации аккредитующих органов;
3. Осуществляет контроль за деятельностью аккредитующих органов;
4. Рассматривает апелляции по результатам аккредитации;
5. Взаимодействует с калибровочными службами других стран и с международными калибровочными союзами, принимает решения о присоединении к международным калибровочным союзам и соглашениям по калибровке;
6. Организует ведение Реестра РСК [20].

Совет РСК осуществляет следующие функции:

1. Формирует предложения по основным принципам и правилам функционирования РСК;
2. Разрабатывает рекомендации по совершенствованию деятельности РСК;
3. Рассматривает проекты законодательных и нормативных актов в области калибровки, готовит предложения об утверждении или внесении изменений и дополнений в нормативные документы, регламентирующие деятельность РСК;
4. Определяет основные направления в проведении исследований в области калибровки;
5. Рассматривает и определяет направления международного сотрудничества в области калибровки;
6. Рассматривает экономические и финансовые аспекты в работе РСК [20].

К основным функциям Научно-методического центра РСК относятся:

1. Разработка нормативных документов, регламентирующих калибровочную деятельность в стране;
2. Регистрация и ведение Реестра РСК;
3. Участие в работе комиссий по регистрации аккредитующих органов РСК;
4. Подготовка и представление на утверждение в центральный орган РСК материалов по регистрации аккредитующих органов РСК;
5. Организация и координация разработки, метрологической экспертизы и аттестации методик калибровки средств измерений;
6. Участие в проведении проверок выполнения требований, предъявляемых к аккредитующим органам РСК и к метрологическим службам на право калибровки средств измерений;
7. Создание банка данных и банка нормативных документов по калибровочной деятельности, издание информационных материалов о деятельности РСК, справочников об аккредитованных метрологических службах;
8. Пропаганда и распространение научно-технических знаний в области метрологии, организация обмена опытом специалистов-метрологов, занимающихся калибровочной деятельностью;
9. Осуществление консультационной деятельности по вопросам РСК;
10. Установление контактов с национальными и международными калибровочными службами и союзами (объединениями);
11. Проведение мероприятий по подготовке и повышению квалификации кадров в области калибровочной деятельности;
12. Осуществление сбора и анализа информации о калибровочной деятельности в стране и за рубежом;
13. Разработка предложений по дальнейшему развитию и совершенствованию РСК [20].

К основным функциям аккредитующего органа относятся:

1. Аккредитация метрологических служб в соответствии со своей специализацией и осуществление инспекционного контроля за соблюдением требований к проведению калибровочных работ;
2. Обеспечение передачи размеров единиц аккредитованным метрологическим службам от государственных или международных эталонов;
3. Разработка, формирование (комплектация) и актуализация фонда нормативных документов по калибровочной деятельности данной специализации;
4. Оформление и выдача аттестата аккредитации метрологическим службам на право калибровки средств измерений, представление материалов для внесения в Реестр РСК аккредитованных метрологических служб;
5. Принятие решения о признании зарубежных сертификатов о калибровке или калибровочных знаков и доведение принятых решений до сведения заинтересованных юридических лиц;
6. Отмена, или приостановление действия выданных от имени данного аккредитующего органа сертификатов о калибровке средств измерений;
7. Ведение перечня аккредитованных метрологических служб и подготовка для опубликования информации по результатам аккредитации;
8. Организация повышения квалификации и аттестации персонала;
9. Проведение метрологической экспертизы нормативных документов по калибровке средств измерений;
10. Калибровка средств измерений, оформление результатов калибровки [20].

К основным функциям аккредитованных метрологических служб относятся:

1. Калибровка средств измерений, в том числе для сторонних организаций;
2. Обеспечение надлежащего состояния калибровочного оборудования и помещений;
3. Подготовка и переподготовка кадров;



4. Разработка методик калибровки средств измерений;
5. Соблюдение правил, устанавливаемых настоящим документом и другими документами в области калибровочной деятельности [20].

К документам Российской системы калибровки относятся:

1. РД РСК 02-2014 «Порядок организации деятельности Российской системы калибровки»;
2. ПР РСК 002-95 «Калибровочные клейма»;
3. ПР РСК 003-98 «Порядок осуществления инспекционного контроля за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ»;
4. ПР РСК 005-03 «Указания по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» в Российской системе калибровки»;
5. Р РСК 001-95 «Типовое положение о калибровочной лаборатории».

РД РСК 02-2014 «Порядок организации деятельности Российской системы калибровки».

Данный документ разработан с целью:

1. Исключить терминологические несоответствия, имеющиеся в нормативных документах РСК, относительно действующей нормативной правовой базы [28] [29];
2. Создать условия для бесперебойного функционирования РСК, членами которой являются несколько тысяч предприятий и организаций, подтвердивших свою компетентность в выполнении калибровочных работ и зарегистрированных в Реестре РСК;
3. Обеспечить научно-методическую помощь юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям при организации и осуществлении ими калибровочных работ с целью достижения соответствия требованиям РСК, международным требованиям;
4. Регламентировать порядок оценки и подтверждения компетентности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в части выполнения

калибровочных работ, включая обеспечение прослеживаемости измерений, в соответствии с требованиями РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025 с целью внесения их в Реестр РСК и выдачи Свидетельства о регистрации в РСК [26].

РД РСК 02-2014 включает в себя следующие разделы:

1. Основные требования к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, претендующим на подтверждение соответствия требованиям РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025;

2. Порядок проведения работ по оценке и подтверждению компетентности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в части выполнения калибровочных работ в соответствии с требованиями РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025, осуществляемых непосредственно Исполнительным органом РСК;

3. Порядок проведения работ по оценке и подтверждению компетентности юридического лица и индивидуального предпринимателя в части выполнения калибровочных работ в соответствии с требованиями РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025, осуществляемых с участием УЭО РСК;

4. Инспекционный контроль за деятельностью юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, зарегистрированных в реестре РСК;

5. Порядок регистрации в Российской системе калибровки юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, аккредитованных в области обеспечения единства измерений на компетентность в выполнении работ по поверке средств измерений;

6. Порядок ведения Реестра РСК.

ПР РСК 002-95 «Калибровочные клейма».

Настоящие правила устанавливают основные положения по изготовлению, применению, хранению и гашению калибровочных клейм, применяемых метрологическими службами юридических лиц, аккредитованными на право проведения калибровочных работ.

Настоящие правила распространяются на калибровочные клейма, используемые специалистами по калибровке для нанесения оттисков на средства из-

мерений или техническую документацию, а также, в случаях необходимости, на дополнительные устройства средств измерений [21].

ПР РСК 002-95 включает следующие основные разделы:

1. Описание калибровочных клейм;
2. Изготовление калибровочных клейм;
3. Применение калибровочных клейм;
4. Хранение калибровочных клейм;
5. Гашение калибровочных клейм.

ПР РСК 003-98 «Порядок осуществления инспекционного контроля за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ».

Настоящие правила устанавливают основные требования к порядку осуществления инспекционного контроля за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ.

Настоящие правила распространяются на Центральный орган Российской системы калибровки, аккредитующие органы Российской системы калибровки и метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право проведения калибровочных работ в Российской системе калибровки (РСК) [22].

Основные разделы ПР РСК 003-98:

1. Порядок подготовки к проведению инспекционного контроля;
2. Порядок проведения и оформления результатов инспекционного контроля;
3. Разрешение споров.

ПР РСК 005-03 «Указания по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» в Российской системе калибровки».

Настоящие указания устанавливают основные требования к применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009 "Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий" в Российской системе калибровки.

Настоящие правила распространяются на Центральный орган Российской системы калибровки, аккредитующие органы Российской системы калибровки и метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право проведения калибровочных работ в Российской системе калибровки (РСК) [23].

Основные разделы ПР РСК 005-03:

1. Применение раздела 4 "Требования к управлению" ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025;
2. Применение раздела 5 "Технические требования" ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025.

Р РСК 001-95 «Типовое положение о калибровочной лаборатории».

Настоящая рекомендация устанавливает основные положения по организации, структуре, функциям калибровочной лаборатории, права и обязанности.

Настоящая рекомендация распространяется на отдельные структурные подразделения и (или) на подразделения метрологических служб юридических лиц, проводящие калибровочные работы, аккредитованные на право проведения калибровочных работ [31].

Основные разделы Р РСК 001-95:

1. Определения;
2. Предмет деятельности;
3. Структура;
4. Функции;
5. Обязанности, права и ответственность.

Методика калибровки, оформленная самостоятельным документом, должна быть разработана согласно ГОСТ Р 8.879-2014 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению», а также должна содержать:

1. Титульный лист;
2. Соответствующую идентификацию: наименование, номер, сведения о разработчике;

3. Указания об области распространения (назначении) методики калибровки (указание группы (групп), типа (типов) средств измерений, для калибровки которых данная методика предназначена);

4. Описание основных характеристик и особенностей калибруемых средств измерений в том случае, если методика калибровки предназначена для калибровки средств измерений единичного производства, или средств измерений, изготовленных в соответствии со стандартами на технические условия, но используемых в особых условиях или режимах, а также, если к средствам измерений пользователем (заказчиком) предъявляются особые специфические требования;

5. Сведения о метрологических характеристиках средств измерений, действительные значения которых подлежат определению в процессе калибровки;

6. Перечень средств калибровки и вспомогательного оборудования, необходимых для проведения калибровки, с указанием требований к их техническим и метрологическим характеристикам, включая требования к обеспечению прослеживаемости измерений;

7. Сведения об условиях окружающей среды и необходимом периоде стабилизации для оборудования;

8. Описание процедуры калибровки, включая:

- а) подготовку к процедуре калибровки;
- б) проверки, необходимые перед началом работы;
- в) проверки нормального функционирования и, при необходимости, процедуру регулировки оборудования перед каждым его использованием;
- г) процедуру калибровки;
- д) обработку результатов измерений;
- е) описание оформления результатов калибровки;
- ж) меры безопасности, которые должны соблюдаться при проведении калибровки;
- и) условия или требования, при нарушении которых калибровка не проводится или результаты ее не могут считаться достоверными;

к) указание о неопределенности (в том числе целевой) или процедуру оценки неопределенности измерений при калибровке [7].

В соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025 при калибровке следует использовать методики калибровки, которые отвечают потребностям клиентов. Преимущественно следует использовать методики, приведенные в международных, региональных, межгосударственных или национальных стандартах. Международные, региональные и межгосударственные стандарты, содержащие достаточную информацию о том, как проводить калибровку, и не нуждающиеся в дополнениях, можно не переоформлять в качестве самостоятельных методик калибровки [7].

При необходимости к стандарту на методику калибровки может быть разработано дополнение, содержащее дополнительные процедуры и требования, обеспечивающие применение стандартизированной методики в заданных условиях. В этом случае методику калибровки необходимо оформлять как самостоятельный документ со ссылкой на используемые разделы стандарта и с указанием всех вводимых дополнений [7].

Разработанные нестандартизованные методики калибровки или стандарты на методики калибровки, используемые за пределами их целевой области распространения, расширенные или модифицированные, должны проходить оценку пригодности [7].

В качестве приложений к методике калибровки могут быть оформлены:

1. ПО обработки результатов измерений;
2. Методика расчета неопределенности оценки параметров, исследуемых при калибровке;
3. Форма протокола записи результатов измерений при калибровке (протокола калибровки);
4. Примеры расчетов при обработке результатов измерений, таблицы расчетных величин, графики зависимости величин и другие расчетные данные;
5. Пояснения терминов;
6. Методики получения аттестованных смесей и отбора проб;

7. Научно-техническое обоснование требований к элементам методики калибровки (целевой неопределенности измерений, числу точек, в которых проводят калибровку, числу измерений в каждой точке и т.д.);

8. Технические описания вспомогательных устройств и приспособлений;

9. Дополнительные сведения о калибруемых средствах измерений, основных и вспомогательных средствах калибровки, стандартных образцах состава и свойств веществ и материалов;

10. Дополнительные особые указания о способах нанесения оттисков калибровочных клейм;

11. Другие требования, способствующие исключению ошибок при калибровке и повышению производительности калибровочных работ, например, указания по применению вычислительной техники [7].

В данном параграфе были рассмотрены предмет деятельности и цели Российской системы калибровки, ее функции и организационная структура, а также мы проанализировали основные разделы документов, относящихся к РСК.

### **1.3 Средства, методы, условия калибровки и ее проведения на предприятии**

Чтобы подойти к решению третьей задачи можно рассмотреть основные требования к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, претендующим на подтверждение соответствия требованиям РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025, представленные в РД РСК 02-2014 «Порядок организации деятельности Российской системы калибровки».

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, выполняющие калибровочные работы (калибровочные лаборатории) и претендующие на подтверждение соответствия требованиями РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025, включая требования к управлению и технические требования, должны:

1. Располагать руководящим и техническим персоналом, имеющим полномочия и ресурсы, необходимые для выполнения своих обязанностей и выявления случаев отступлений от системы качества или от процедур проведения калибровок, а также для оказания действий по предупреждению или сокращению таких отступлений;

2. Принимать меры, обеспечивающие свободу руководства и сотрудников от любого неподобающего внутреннего и внешнего коммерческого, финансового или другого давления, влияния, которое может оказывать отрицательное воздействие на качество их работы;

3. Определять политику и процедуры, позволяющие обеспечить защиту конфиденциальности информации и прав собственности ее клиентов, включая процедуры защиты электронного хранения и передачи результатов;

4. Определять политику и процедуры, позволяющие избежать вовлечения в деятельность, которая снизила бы доверие к ее компетентности, беспристрастности суждений или честности ее деятельности;

5. Определять организационную и управленческую структуру калибровочной лаборатории (службы), ее место в структуре предприятия (организации) и взаимосвязи в системе управления качеством производства, в технической деятельности и со вспомогательными службами;

6. Устанавливать ответственность, полномочия и взаимоотношения всех сотрудников, занятых в управлении, выполнении или проверке работ, влияющих на качество калибровок, выполняемых как на основной территории, так и на территории заказчика;

7. Обеспечивать контроль сотрудников, проводящих калибровки, включая стажеров, со стороны лиц, знакомых с методами и процедурами, с целью каждой калибровки, а также с оценкой результатов калибровки;

8. Иметь техническую администрацию, несущую общую ответственность за техническую деятельность и предоставление необходимых ресурсов для обеспечения требуемого качества работы калибровочной лаборатории;



9. Назначать одного сотрудника управляющим по качеству, который, независимо от других функций и обязанностей, должен нести ответственность и располагать полномочиями, обеспечивающими внедрение системы качества и ее постоянное функционирование; управляющий по качеству должен иметь прямой доступ к наивысшему уровню управления, принимающему решения по политике или ресурсам [26].

Калибровочная лаборатория должна обладать или иметь возможность использовать все необходимые технические ресурсы, обеспечивающие качество выполнения калибровочных работ в соответствии с заявленной областью признания компетентности, включая:

1. Средства калибровки, обеспечивающие прослеживаемость результатов измерений до государственных эталонов;

2. Квалифицированный персонал, уполномоченный выполнять калибровочные работы от имени калибровочной лаборатории;

3. Помещения, обеспечивающие необходимые условия для проведения калибровочных работ, хранения средств калибровки, приема и хранения средств измерений, принятых на калибровку, оформления результатов калибровки;

4. Методики калибровки, удовлетворяющие требованиям заказчика калибровочных работ;

5. Нормативные правовые, нормативно-методические и нормативно-технические документы, регламентирующие деятельность в области обеспечения единства измерений, включая деятельность по калибровке средств измерений, входящих в заявленную область признания компетентности [26].

В обязанности лаборатории входит проведение испытаний и калибровки таким образом, чтобы выполнялись требования настоящего стандарта и удовлетворялись требования заказчика, а также предписания регулирующих органов или организаций, осуществляющих официальное признание [5].

Лаборатория должна:

1. Располагать руководящим и техническим персоналом, который вне зависимости от других обязанностей имеет полномочия и ресурсы, необходимые для выполнения своих обязанностей, включая внедрение, поддержание и улучшение системы менеджмента, и выявления случаев отступлений от системы менеджмента или процедур проведения испытаний и/или калибровки, а также для инициирования действий по предупреждению или сокращению таких отступлений;
2. Располагать мерами, обеспечивающими свободу руководства и сотрудников от любого неподобающего внутреннего и внешнего коммерческого, финансового или другого давления и влияния, которое может оказывать отрицательное воздействие на качество их работы;
3. Определять политику и процедуры, позволяющие обеспечить конфиденциальность информации и прав собственности ее заказчиков, включая процедуры защиты электронного хранения и передачи результатов;
4. Определять политику и процедуры, позволяющие избежать вовлечения в деятельность, которая снизила бы доверие к ее компетентности, беспристрастности ее суждений или честности;
5. Определять организационную и управленческую структуру лаборатории, ее место в вышестоящей организации и взаимосвязи между менеджментом качества, технической деятельностью и вспомогательными службами;
6. Устанавливать ответственность, полномочия и взаимоотношения сотрудников, занятых в управлении, выполнении или проверке работ, влияющих на качество испытаний и/или калибровки;
7. Обеспечивать надзор за персоналом, проводящим испытания и калибровку (включая стажеров), со стороны лиц, знакомых с методиками и процедурами, целью каждого испытания и/или калибровки, а также с оценкой результатов испытания или калибровки;

8. Иметь техническую администрацию, несущую общую ответственность за техническую деятельность и предоставление необходимых ресурсов для обеспечения требуемого качества работы лаборатории;

9. Назначать одного из сотрудников менеджером по качеству (как бы он ни назывался), который, независимо от других функций и обязанностей, должен нести ответственность и располагать полномочиями, обеспечивающими внедрение системы менеджмента качества и ее постоянное функционирование; менеджер по качеству должен иметь прямой доступ к высшему руководству, принимающему решения по политике или ресурсам;

10. Назначать заместителей руководящего персонала;

11. Обеспечивать осознание персоналом значимости и важности своей деятельности и свой вклад в достижение целей системы менеджмента [5].

Система качества организации и выполнения калибровочных работ должна быть детально описана в Руководстве по качеству организации и выполнения калибровочных работ, утвержденном на наивысшем уровне управления, принимающем решение по политике или ресурсам, и обязательном к исполнению всеми специалистами, имеющими отношение к калибровочным работам [26].

Документация системы качества должна быть доведена до сведения персонала, который должен ее выполнять. Соответствие установленным требованиям должно быть подтверждено конкретными данными, фактами, процедурами, описываемыми в Руководстве по качеству организации и выполнения калибровочных работ. Декларирование соответствия в отсутствии подтверждающих данных является недопустимым [26].

Перед разработкой методики калибровки, необходимо выбрать средства калибровки, для этого следует подробнее изучить понятие эталона и его аттестации.

Эталоны единиц величин предназначены для воспроизведения, хранения и передачи единиц величин и (или) шкал величин (шкал измерений) [8].

В состав эталонов единиц величин включают основные технические средства, в том числе средства измерений, при помощи которых:

1. Воспроизводят и (или) хранят единицу величины;
2. Осуществляют передачу единицы величины;
3. Контролируют условия измерений и неизменность хранимой единицы величины [8].

Поверка эталонов и СИ, используемых при поверке (калибровке), выполняется в соответствии с требованиями государственной системы обеспечения единства измерений, метрологическими службами, аккредитованными на право поверки (калибровки) соответствующих групп СИ и имеющими возможность обеспечить прослеживаемость измерений [33].

Эталон и СИ, используемые при поверке (калибровке), вошедшие в область аккредитации, поверяются силами государственных центров по метрологии в соответствии с графиками поверки [33].

БМО должен располагать средствами калибровки, необходимыми для правильного проведения калибровки СИ, в полном соответствии с методическими документами, регламентирующими методы и средства калибровки [33].

Каждое средство калибровки, используемый при калибровке, имеет «Регистрационную карту» [33].

Средства калибровки, используемые при калибровке, размещены в БМО в специально оборудованных помещениях на столах, в шкафах и на стеллажах в условиях, обеспечивающих их сохранность и защиту от повреждений и преждевременного износа [33].

На средства калибровки, используемые при калибровке, работниками БМО наносятся этикетки, отражающие их состояние:

1. Пригодный к эксплуатации;
2. Годный с ограничениями;
3. Находящийся на консервации;
4. Подлежащий ремонту;
5. И тому подобное [33].

Применение средств измерений, используемых при калибровке, производится в соответствии с документацией на методы и средства поверки (калибровки), эксплуатационной документацией, с соблюдением правил техники безопасности и других правил, установленных на предприятии [33].

Поверка средств калибровки, используемых при калибровке, выполняется в соответствии с требованиями государственной системы обеспечения единства измерений, метрологическими службами, аккредитованными на право поверки соответствующих групп СИ и имеющими возможность обеспечить прослеживаемость измерений [33].

В состав эталонов единиц величин могут входить основные технические средства, в том числе средства измерений, которые применяются при воспроизведении, хранении и передаче единиц величин, контроле за соблюдением требований к условиям их содержания и применения, а также вспомогательные технические средства, в том числе информационно-вычислительные комплексы, сооружения, специальные платформы и фундаменты, специальные здания и помещения, обеспечивающие выполнение установленных требований к эталонам единиц величин, условиям их содержания и применения [30].

Обязательные требования к эталонам единиц величин устанавливаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии при утверждении эталонов единиц величин [30].

Установление обязательных требований к эталонам единиц величин осуществляется по результатам первичной аттестации [30].

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии утверждается наименование эталона единицы величины, присваивается ему номер, определяется его состав, устанавливаются обязательные метрологические, технические требования (характеристики) и правила содержания и применения эталона единицы величины, а также его межаттестационный интервал [30].

Оценка соответствия эталонов единиц величин обязательным требованиям к этим эталонам осуществляется в формах первичной и периодической аттестации [30].

Для средств измерений утвержденного типа, применяемых в качестве эталонов единиц величин, вместо процедуры поверки средств измерений применяются процедуры первичной и периодической аттестации [30].

Первичная аттестация эталонов единиц величин, за исключением государственных первичных эталонов единиц величин, осуществляется в соответствии с государственными поверочными схемами юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, содержащими и применяющими эталоны единиц величин [30].

Первичная аттестация государственных первичных эталонов единиц величин осуществляется при проведении государственных испытаний государственных первичных эталонов единиц величин межведомственной комиссией [30].

Периодическая аттестация эталонов единиц величин, за исключением государственных первичных эталонов единиц величин, осуществляется юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, содержащими и применяющими эталоны единиц величин, при передаче единиц величин эталонам единиц величин в соответствии с государственными поверочными схемами и методиками периодической аттестации эталонов единиц величин. По результатам периодической аттестации эталонов единиц величин указанные юридические лица и индивидуальные предприниматели оформляют свидетельства о периодической аттестации эталонов единиц величин, подтверждающие их соответствие государственным поверочным схемам. Форма указанного свидетельства утверждается Министерством промышленности и торговли Российской Федерации [30].

Результаты первичной и периодической аттестации эталона единицы величины, за исключением государственного первичного эталона единицы величины, отражаются в эксплуатационной документации [30].

Изучив понятие эталона, в пункте 2.3. переходим к выбору средств калибровки.

Рассмотрев основные требования к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, выполняющим калибровочные работы, в пункте 2.2. данной выпускной квалификационной работы можно перейти к анализу метрологического обеспечения Нутромера микрометрического НМ-600 в условиях ООО «Уральский дизель-моторный завод».

#### **1.4 Понятие погрешности и неопределенности при калибровке средств измерения**

Так как в структуру методики калибровки входит расчет погрешности и неопределенности измерений, следует подробнее изучить эти понятия. Для этого воспользуемся РМГ 91-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий "погрешность измерения" и "неопределенность измерения". Общие принципы».

Погрешность измерения – результат измерения (измеренное значение величины) минус опорное значение величины [27].

Понятие «погрешность измерения» может быть использовано двояко:

1. Когда имеется единственное опорное значение величины, которое появляется при выполнении калибровки посредством эталона с регламентированным значением величины, имеющим незначительную неопределенность измерения, или если дано приписанное (стандартизованное) значение величины; в таком случае погрешность измерения известна;

2. Если измеряемая величина предполагается представленной однозначно определенным истинным значением или рядом истинных значений величины незначительного размаха; в таком случае погрешность измерения неизвестна [27].

Истинное значение величины не может быть определено. Это понятие применяют только в теоретических исследованиях. На практике используют

опорное значение величины  $X_0$ , и погрешность измерения  $\Delta$  определяют по формуле (1).

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_0, \quad (1)$$

где  $X_{\text{изм}}$  – значение величины, полученное путем измерения;  $X_0$  – значение, приписываемое конкретной величине и принимаемое, часто по соглашению, как имеющее неопределенность, приемлемую для данной цели [27].

По определению, понятие «погрешность измерения» относится только к конкретному результату измерения, полученному с использованием конкретного экземпляра средства измерений. Погрешность измерения является конкретным положительным или отрицательным числом. Это число получают в результате сложения в эксперименте со своими положительными или отрицательными знаками систематической погрешности и реализованной случайной погрешности [27].

Неопределенность измерения – неотрицательный параметр, характеризующий разброс значений величины, приписываемых измеряемой величине на основе используемой информации [27].

Оценка (неопределенности) по типу А - метод оценивания неопределенности путем статистической обработки ряда наблюдений [16].

Оценка (неопределенности) по типу В - метод оценивания неопределенности способом, отличным от статистической обработки [16].

Суммарная стандартная неопределенность - стандартная неопределенность результата измерения, полученного через значения других величин, равная положительному квадратному корню из взвешенной суммы дисперсий этих величин [16].

Расширенная неопределенность - величина, задающая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, как ожидается, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине [16].



Неопределенность измерения включает в себя составляющие, обусловленные систематическими эффектами, такие как составляющие, связанные с поправками и приписанными эталонам значениями величин, а также с неопределенностью определения (измеряемой величины). Иногда оцененные систематические эффекты не исключают из связанных с ними составляющих неопределенности измерений [27].

Параметр может быть, например, стандартным отклонением, называемым стандартной неопределенностью измерения (или заданным кратным ей), или половиной ширины интервала, имеющего установленную вероятность охвата [27].

В общем случае неопределенность измерения содержит много составляющих. Некоторые из этих составляющих могут быть оценены по типу А оценки неопределенности измерения из статистического распределения значений величины в серии измерений и охарактеризованы стандартным отклонением. Другие составляющие, которые могут быть оценены по типу В оценки неопределенности измерения, могут также быть охарактеризованы стандартным отклонением, оцененным из функций плотности вероятности, основанных на опыте или другой информации [27].

В общем случае подразумевается, что неопределенность измерения связана с определенным значением, приписанным измеряемой величине. С изменением этого значения изменяется соответствующая неопределенность [27].

Неопределенность измерения - параметр, связанный с результатом измерения и характеризующий рассеяние значений, которые достаточно обоснованно могли бы быть приписаны измеряемой величине [27].

Бюджет неопределенности - отчет о неопределенности измерения, о ее компонентах, об их вычислении и суммировании [16].

Р 50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений» распространяются на нормативные, конструкторские, технические и другие документы, устанавливающие методики выполнения измерений (МВИ), и содержат методы оценива-

ния характеристик погрешности и неопределенности результатов прямых однократных измерений [25].

Оценивание результата измерений и его неопределенности проводится в следующем порядке:

1. Составление уравнения измерений;
2. Оценивание входных величин и их неопределенностей;
3. Оценивание выходных величин и их неопределенностей;
4. Составление бюджета неопределенности;
5. Вычисление расширенной неопределенности;
6. Представление результатов калибровки [16].

Международная организация по стандартизации (ИСО) является Всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов - членов ИСО). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ИСО. Каждый член ИСО, заинтересованный в деятельности соответствующего технического комитета, имеет право быть представленным в этом комитете. Правительственные и неправительственные международные организации, сотрудничающие с ИСО, также принимают участие в этой работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам стандартизации в области электротехники [9].

Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, направляются техническим комитетом - членом ИСО на голосование перед их утверждением Советом ИСО в качестве международных стандартов. Стандарты утверждаются в качестве международных в соответствии с установленными в ИСО требованиями: в случае их одобрения по меньшей мере 75% комитетов - членов ИСО, принимавших участие в голосовании [9].

Международный стандарт ИСО 5725-1 был подготовлен Техническим комитетом ИСО/ТК 69 "Применение статистических методов", Подкомитетом ПК 6 "Методы и результаты измерений" [9].

ИСО 5725 состоит из следующих частей под общим заголовком "Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений":

1. Часть 1. Основные положения и определения;
2. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений;
3. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений;
4. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений;
5. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений;
6. Часть 6. Использование значений точности на практике [9].

В соответствии с ИСО 5725 цель государственных стандартов ГОСТ Р ИСО 5725 состоит в том, чтобы:

1. Изложить основные положения, которые следует иметь в виду при оценке точности (правильности и прецизионности) методов и результатов измерений при их применении, а также при планировании экспериментов по оценке различных показателей точности [9];
2. Регламентировать основной способ экспериментальной оценки повторяемости (сходимости) и воспроизводимости методов и результатов измерений [10];
3. Регламентировать процедуру получения промежуточных показателей прецизионности методов и результатов измерений, изложив условия их применения и методы оценки [11];
4. Регламентировать основные способы определения правильности методов и результатов измерений [12];
5. Регламентировать для применения в определенных обстоятельствах несколько альтернатив основным способам (ГОСТ Р ИСО 5725-2 и ГОСТ Р ИСО 5725-4) определения прецизионности и правильности методов и результатов измерений, приведенных в ГОСТ Р ИСО 5725-5;

6. Изложить некоторые практические применения показателей правильности и прецизионности [14].

ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения» распространяется на методы измерений непрерывных (в смысле принимаемых значений в измеряемом диапазоне) величин, дающие в качестве результата измерений единственное значение. При этом единственное значение может быть и результатом расчета, основанного на ряде измерений одной и той же величины [9].

В стандарте представлены определения величин, которые характеризуют, с количественной точки зрения, способность метода измерений дать верный результат (правильность) или повторить полученный результат (прецизионность). Таким образом представляется, что один и тот же параметр был измерен точно таким же способом и что измерительная процедура находится под контролем [9].

Настоящий стандарт может быть применен к очень широкой номенклатуре материалов, включая жидкости, порошки и твердые объекты, произведенные или существующие в природе при условии, что учитывают любую неоднородность материала [9].

ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений» распространяется на методы измерений непрерывных (в смысле принимаемых значений в измеряемом диапазоне) величин, дающие в качестве результата измерений единственное значение. При этом единственное значение может быть и результатом расчета, основанного на ряде измерений одной и той же величины [10].

Настоящий стандарт:

1. Описывает общие принципы планирования совместных межлабораторных экспериментов, предназначенных для количественной оценки прецизионности методов измерений;
2. Детально описывает основной алгоритм количественной оценки прецизионности методов измерений в повседневной практике;
3. Является руководством для персонала, имеющего отношение к планированию эксперимента, осуществлению и анализу результатов измерений по оценке прецизионности [10].

ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений» устанавливает четыре промежуточных показателя прецизионности, обусловленных изменениями условий эксперимента (время, калибровка, оператор и оборудование) в пределах лаборатории. Показатели могут быть установлены посредством эксперимента в пределах определенной лаборатории или путем межлабораторного эксперимента [11].

Кроме того, в настоящем стандарте:

1. Рассматривают сущность определений промежуточных показателей прецизионности;
2. Представлено руководство по интерпретации и применению оценок промежуточных показателей прецизионности на практике;
3. Не рассматриваются вопросы, связанные с ошибками при оценке промежуточных показателей прецизионности;
4. Не рассматриваются вопросы оценки правильности самого метода измерений, однако рассматриваются связи между правильностью и условиями измерений [11].

ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений» описывает основные способы

оценки систематической погрешности метода измерений и систематической погрешности результатов измерений в лаборатории при его реализации [12].

В ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений» детально представлены альтернативы основному методу определения стандартных отклонений повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений, именуемые моделью эксперимента с разделенными уровнями и моделью эксперимента для гетерогенных материалов, а также описано использование робастных методов для анализа результатов экспериментов по оценке прецизионности без применения проверок наличия выбросов с целью их исключения из расчетов, и особенно – подробное использование одного из таких методов [13].

Целью ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике» является – дать общее представление о некоторых способах использования данных о точности в различных практических ситуациях, а именно:

1. Представить стандартный метод расчета пределов повторяемости (сходимости), воспроизводимости и других пределов, используемых при рассмотрении результатов измерений, полученных при реализации стандартного метода измерений;

2. Обеспечить способы проверки приемлемости результатов измерений, полученных в условиях повторяемости или воспроизводимости;

3. Описать способ оценки стабильности результатов, получаемых в пределах одной лаборатории за определенный период времени, и таким образом внедрить метод "контроля качества" операций в пределах этой лаборатории;

4. Описать подходы к оценке способности данной лаборатории правильно применять (реализовывать) данный стандартный метод измерений;

5. Описать способы сопоставления альтернативных методов измерений [14].

В данном параграфе были рассмотрены понятия погрешности и неопределенности измерений для дальнейшего расчета представленного в п.2.4. данной ВКР.

Подводя итог первого раздела, можно сказать, что первая задача была выполнена. Мы изучили понятие калибровки средств измерений, и ее отличие от поверки, результат проведенного анализа сравнительных характеристик процедур поверки и калибровки приведен в таблице 1; рассмотрели предмет деятельности и цели РСК, а также ее документы. Кроме того, подошли к решению третьей задачи, определив основные требования к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, выполняющим калибровочные работы, и изучив понятие эталона, а также четвертой, ознакомившись с понятиями погрешности и неопределенности измерений.

## **2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ НУТРОМЕРА МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НМ-600**

### **2.1 Характеристика предприятия и его метрологической службы**

Предприятие ООО «Уральский дизель-моторный завод» (УДМЗ) является ведущим в российском машиностроении по выпуску различных типов дизелей и дизель-генераторов для комплектации судов, тепловозов, применения в малой энергетике [32].

На заводе работает высококвалифицированный коллектив конструкторов, технологов, рабочих. Труд конструкторов, технологов и 9 других категорий работников, в основном, компьютеризирован. Численность коллектива составляет порядка 700 человек [32].

В настоящее время Уральский дизель-моторный завод занимается проектированием, созданием и дальнейшим совершенствованием, а также ремонтом и сервисным обслуживанием дизелей ДМ-21 мощностью от 1050 до 2600 литров в секунду, а также дизель-генераторов на их базе. Также предприятие выпускает судовые автоматизированных дизель-генераторы мощностью от 630 до 1600 кВт. Отдельно стоит отметить и модификации дизелей для железнодорожной техники на базе двигателя 8ДМ21Л, а также турбокомпрессоры для наддува дизелей. При этом предприятие осуществляет весь спектр сервисного обслуживания и капитального ремонта производимой техники, в том числе дизель-генераторов [32].

ООО «УДМЗ» динамично развивается за счет своих конкурентных преимуществ, к которым можно отнести:

1. Сбалансированное взаимодействие инжиниринга и производства;
2. Комплексный подход к решению проблемы заказчика – адаптивность производства;
3. Производство изделий высокого качества на базе отечественных и зарубежных комплектующих;



4. Постоянный вывод на рынок собственных новейших разработок;
5. Собственная производственная база;
6. Развитие сервисного обслуживания [32].

Предприятие ООО «УДМЗ» имеет типичную организационную структуру (Приложение Б), во главе Дирекции по качеству стоит директор по качеству. Дирекция по качеству разделена на два отдела: технического контроля, стандартизации и сертификации.

Отдел технического контроля включает в себя:

1. Бюро внешней приемки;
2. Бюро точных измерений;
3. Бюро технического контроля (Д-1);
4. Бюро технического контроля (Д-2);
5. Региональный сервисный центр «Людиново»;
6. Группу материаловедения и неразрушающего контроля;
7. Бюро метрологического обеспечения.

Группа материаловедения и неразрушающего контроля имеет в своем распоряжении три лаборатории:

1. Лабораторию химического анализа;
2. Лабораторию механических свойств материалов;
3. Лабораторию неразрушающего контроля.

Бюро метрологического обеспечения (БМО) располагает тремя лабораториями:

1. Лабораторией средств измерений геометрических величин;
2. Лабораторией теплотехнических измерений;
3. Лабораторией электрических и механических измерений.

БМО не аккредитовано в национальной системе аккредитации, поэтому имеет право лишь на калибровку СИ для собственных нужд внутри предприятия.

Задачи БМО:

1. Метрологическое обеспечение производства;
2. Калибровка, ремонт СИ и НСИ, аттестация ИО;
3. Метрологический надзор за применением СИ, НСИ, ИО в подразделениях ООО «УДМЗ»;
4. Определение результативности процессов МО.

Основные функции:

1. Планирование, осуществление, организация и контроль включает выполнение работ по подтверждению соответствия продукции требованиям технических регламентов, стандартов, другой нормативной документации или условиям договоров, получение сертификата качества; участие в работах по подготовке продукции к сертификации; по поддержанию парка СИ в рабочем состоянии; по проведению калибровки СИ, контроля средств допускового контроля, аттестации испытательного оборудования; проведение метрологического надзора (разработка графика метрологического надзора за подразделениями, оформление результатов метрологического надзора, выдача предписаний по обнаруженным нарушениям, контроль выполнения мероприятий по устранению обнаруженных нарушений);

2. Управление нормативно-технической документацией (НТД) внешнего происхождения (оформление заявок на приобретение, получение счета, оформление распорядительных записок на оплату, ведение договорной работы, регистрация НТД, тиражирование, хранение, актуализация, ознакомление с изменениями, восстановление, изъятие);

3. Проведение метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации;

4. Сопровождение внешних аудитов (ЦТА, ВП, СМК), организация разработки мероприятий, по устранению замечаний, контроль выполнения мероприятий, составление отчетов по выполнению мероприятий, представление отчетов;

5. Поддержание в актуальном состоянии базы данных СИ, формирование графиков калибровки средств измерений, контроль соблюдения графиков;

6. Контроль соответствия применяемых средств измерений, условий измерений, порядка подготовки и выполнения измерений, обработки и оформления результатов измерений требованиям, указанным в документе, регламентирующем методику;

7. Контроль выполнения подразделениями ОТК корректирующих и предупреждающих действий, разработанных по результатам аудитов;

8. Контроль оснащения технологических процессов производства средствами измерений, соответствующих требованиям, установленным нормативными документами.

Прочие функции:

1. Выполнение требований документированных процедур системы менеджмента качества;

2. Соблюдение корпоративных стандартов ОТК и деловой этики;

3. Соблюдение сохранности конфиденциальной информации;

4. Соблюдение требований охраны труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности, правил внутреннего трудового распорядка.

Руководящие документы/информационные базы:

1. Действующее законодательство Российской Федерации, в том числе трудовое;

2. Документы системы менеджмента качества (руководства по обеспечению качества, регламентов, инструкций и т.п.);

3. Приказы и распоряжения вышестоящего руководства;

4. Локальные нормативные акты, издаваемые ОТК;

5. Годовые планы, месячные планы работ ОТК, утвержденные уполномоченным лицом;

6. Должностные инструкции;

7. Правила: внутреннего трудового распорядка и внутриобъектового режима; охраны труда, промышленной безопасности, санитарии и противопожарной защиты.

Персонал, осуществляющий калибровку средств измерений, должен иметь профессиональную подготовку, технические знания и опыт, необходимые для выполнения работ по калибровке СИ [33].

Права, обязанности, ответственность, требования к образованию, компетентности и опыту работы персонала изложены в должностных инструкциях.

Документация, удостоверяющая уровень квалификации и подготовки каждого отдельного сотрудника, выполняющего работы по поверке и калибровке СИ, хранится у начальника БМО [33].

Согласно документированной процедуре СМК.ДП-7.6-01-2018 «Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений» метрологическое подтверждение пригодности предназначено для подтверждения соответствия метрологических характеристик эталонов, средств измерений, индикаторов и вспомогательного оборудования метрологическим требованиям, предусмотренным процессом измерений.

Метрологическое подтверждение пригодности включает в себя поверку, калибровку средств измерений и эталонов, проверку индикаторов и вспомогательного оборудования, необходимые регулировки, а также аттестацию эталонов [33].

Эталоны единиц величин, применяемые для поверки и калибровки средств измерений, должны обеспечивать передачу им единиц величин от эталонов с более высокими показателями точности и прослеживаемость к государственным первичным эталонам [33].

Эталоны должны быть работоспособны, поверены (откалиброваны), аттестованы и иметь действующие свидетельства о поверке и аттестации [33].

Средства измерений, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны быть утвержденного типа,

быть работоспособными, поверенными и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) знаки поверки [33].

Средства измерений, применяемые вне сферы государственного регулирования обеспечений единства измерений, должны быть работоспособными, поверенными или откалиброванными и иметь действующие свидетельства (знаки) о поверке или сертификаты калибровки [33].

Порядок планирования поверки и калибровки СИ. Ежегодно в срок до 01 декабря эксплуатирующие подразделения направляют в БМО данные:

1. О количестве СИ, находящихся в эксплуатации;
2. Перечень СИ, переводимых в разряд индикаторов;
3. Перечень СИ, поставленных на консервацию [33].

На основе переданных данных, в срок до 25 декабря текущего года разрабатываются:

1. Графики поверки (калибровки) СИ на следующий год;
2. Перечень СИ, находящихся на консервации;
3. Перечень СИ, переведенных в разряд индикаторов [33].

Графики поверки (калибровки) СИ, утверждаются директором по качеству в срок до 20 января [33].

Копия графиков поверки направляется руководителям подразделений для текущей работы по внутренней электронной почте [33].

Ежемесячно в срок до 25 числа текущего месяца работниками БМО в адрес эксплуатирующих подразделений направляется информация о количестве СИ, которые должны быть предъявлены в поверку (калибровку) в следующем месяце. А также информация о количестве непредъявленных в поверку (калибровку) СИ текущего месяца, нарастающим итогом с начала года [33].

Ежегодно в срок до 25 декабря БМО формирует итоговой годовой отчет о выполнении поверочных (калибровочных) работ [33].

Межповерочные интервалы устанавливаются исходя из указанных в сертификате об утверждении типа, частоты использования, фактического состояния СИ (но не более чем, указаны в сертификате утверждения типа) [33].

Дата предъявления в поверку (калибровку) определяется в соответствии с межповерочными интервалами, согласно графикам, утвержденным в начале года [33].

Помещения для проведения калибровки и хранения СИ (включая эталоны), должны соответствовать по производственной площади, состоянию и обеспечиваемым в них условиям (температура, влажность, освещенность, звуко- и виброизоляция, снабжение водой, воздухом, теплом и т.п.), требованиям методической документации по калибровке, санитарным нормам и требованиям, требованиям безопасности труда и общим требованиям ГОСТ 8.395. Измерения уровня шума, освещенности и вибрации проводит СОТ по заявке БМО. Доступ в помещения для проведения калибровки и хранения СИ для посторонних лиц ограничен [33].

В помещениях, в которых осуществляется калибровка СИ, перед началом работы, работником БМО производится контроль температуры, влажности окружающего воздуха, атмосферного давления [33].

Метрологическая аттестация испытательного оборудования: в соответствии с И-7.6-03-2012 «Инструкция. Метрологическая аттестация испытательного оборудования» основной целью метрологической аттестации является установление действительных значений нормированных параметров, воспроизводимых ИО, характеризующих испытания, и их (значений параметров) соответствия требованиям нормативно-технической документации на испытательное оборудование.

Метрологическое обеспечение аттестации ИО включает:

1. Метрологическую экспертизу документации (при первичной аттестации);
2. Метрологический надзор за техническим состоянием ИО и средств измерений, применяемых при испытании объекта;
3. Проведение поверки, калибровки средств измерений, установленных на ИО [19].

Метрологический контроль и надзор за состоянием и применением средств измерений: в соответствии с И-7.6-03-2012 «Инструкция. Метрологический контроль и надзор за состоянием и применением средств измерений» Основная задача – систематический контроль качества измерений, достоверности контроля, в том числе правильности применения средств и методик (методов) измерений в подразделениях предприятия, состояния метрологического обеспечения производства и обеспечения единства измерений.

В зависимости от конкретных целей и задач метрологического надзора, он может быть комплексным (направленным на проверку всех объектов метрологического надзора в подразделении) или целевым (направленными на проверку соблюдения установленных требований в одной или нескольких областях деятельности предприятия, одной или нескольких характеристик деятельности объектов) [18].

Проверки в рамках проведения метрологического надзора могут быть плановыми (первичными и периодическими), внеплановыми (внеочередными) и повторными [18].

Плановые проверки проводятся в соответствии с утвержденным ежегодным планом-графиком проведения проверок в рамках метрологического надзора [18].

Внеплановые проверки проводятся в целях решения отдельных задач метрологического надзора, связанных с выявлением недостоверных и необъективных результатов измерений для устранения их отрицательных последствий. Внеплановые проверки проводятся:

1. По итогам плановых и летучих инспекторских контролей, проводимых ЦТА;
2. По инициативе заказчика и других потребителей продукции;
3. Сторонних контрольно-надзорных органов [18].

Повторные проверки проводятся в целях контроля выполнения предписаний, а также плана организационно-технических мероприятий, по результатам

ранее проведенного метрологического надзора. Порядок организации повторных проверок аналогичен порядку организации внеплановых проверок [18].

Объектами метрологического надзора являются:

1. Фактическое состояние эксплуатируемых СИ и СДК;
2. Правомерность применения эксплуатируемых СИ и СДК;
3. Наличие и состояние методик выполнения измерений;
4. Уровень квалификации персонала, работающего с СИ и СДК;
5. Соблюдение метрологических правил норм, в отношении СИ, ИО, СДК, устанавливаемых в НТД;
6. Наличие графиков поверки (калибровки) и их соблюдение;
7. Наличие графиков аттестации ИО и их соблюдение [18].

В БМО ведется электронная база, в которую заносят все данные о СИ, а именно: сколько на предприятии годных СИ, сколько СИ находится на ремонте, и т. д.

Результаты калибровки СИ заносят в соответствующий журнал, в том случае, когда СИ является годным, данные записывают в «Журнал регистрации СИ прошедших калибровку в бюро МО», в обратном случае – в «Журнал регистрации непригодных СИ».

Подробно рассмотрев деятельность БМО «Уральского дизель-моторного завода», можно перейти к изучению метрологического обеспечения Нутромера микрометрического НМ-600.

## **2.2 Метрологическое обеспечение Нутромера микрометрического НМ-600 в условиях ООО «УДМЗ»**

Перед проведением анализа метрологического обеспечения Нутромера микрометрического НМ-600 необходимо ознакомиться с описанием типа СИ и его метрологическими характеристиками.



Нутромер микрометрический типа НМ предназначен для определения внутренних размеров деталей и их поверхностей: отверстий, пазов, уступов и тому подобных.

Нутромер данного типа состоит из микрометрической головки, измерительных поверхностей с двухконтактным касанием к измеряемому изделию, стопора, стебля с нониусом, барабана. Измерительные поверхности наконечника оснащены твердым сплавом.

Считывание результата измерений производится по шкалам стебля и барабана.

Конструкция нутромера обладает хорошей жесткостью при минимальном весе. Нутромер имеет установочную меру, позволяющую производить непосредственно на рабочем месте периодическую проверку и установку на «нуль» микрометрической головки с измерительным наконечником.

Нутромер комплектуется удлинителями для обеспечения измерений в заданном диапазоне 75-600 мм. Настройка нутромера на измерение определенного диапазона геометрических размеров производится путем подбора соответствующих удлинителей.

Свидетельство об утверждении типа средств измерений представлено в Приложении В.

Описание типа средства измерений представлено в Приложении Г.

Метрологические характеристики средств измерений, установленные стандартом [4], являются составной частью исходной информации:

1. Для определения результатов измерений и расчетной оценки характеристик инструментальной составляющей погрешности измерений;
2. Для расчета МХ каналов измерительных систем, состоящих из средств измерений с нормированными МХ;
3. Для оптимального выбора средств измерений;
4. А также предназначены для использования в качестве контролируемых характеристик при контроле средств измерений на соответствие установленным нормам.

Номенклатура МХ:

1. Характеристики, предназначенные для определения результатов измерений (без введения поправки);
2. Характеристики погрешностей средств измерений;
3. Характеристики чувствительности средств измерений к влияющим величинам;
4. Динамические характеристики средств измерений;
5. Характеристики средств измерений, отражающие их способность влиять на инструментальную составляющую погрешности измерений вследствие взаимодействия средств измерений с любым из подключенных к их входу или выходу компонентов (таких как объект измерений, средство измерений и т.п.);
6. Неинформативные параметры выходного сигнала средства измерений.

Метрологические характеристики Нутромера микрометрического НМ-600 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические характеристики Нутромера микрометрического НМ-600

Условное обозначение	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Предел допускаемой погрешности, мкм	Предел допускаемой погрешности микрометрических головок, мкм
НМ-600	75-600	0,01	от $\pm 4$ до $\pm 15$	$\pm 3$

Обозначение нутромера микрометрического НМ, с диапазоном измерений 75-600 мм, ценой деления 0,01:

*Нутромер НМ-600-0,01 ГОСТ 10-88*

Калибровку Нутромера микрометрического НМ-600 проводят методом непосредственного сличения. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины калибруемым и эталонным приборами. При этом определяют погрешность как разницу показаний поверяемого и эталонного средств измерений, принимая показания эталона за действительное значение величины.

Для обеспечения правильной передачи размеров единиц измерения от эталона к рабочим средствам измерения составляют поверочные схемы, уста-

навливающие метрологические соподчинения государственного эталона, рядных эталонов и рабочих средств измерений.

Схемы передачи информации о размерах единиц при их централизованном воспроизведении называют поверочными.

Поверочная схема – это утвержденный в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового СИ рабочим средствам измерений.

Поверочная схема может быть: государственной и локальной.

Государственная поверочная схема устанавливает передачу информации о размере единицы в масштабах страны. Она возглавляется государственными или специальными эталонами.

Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб министерств (ведомств) и юридических лиц. Все локальные поверочные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой. Государственные поверочные схемы разрабатываются научно-исследовательскими институтами Госстандарта РФ, держателями государственных эталонов. Локальная поверочная схема уточняет требования государственной схемы применительно к специфике данного ведомства. Она возглавляется рабочими эталонами.

Государственные поверочные схемы утверждаются Госстандартом РФ, а локальные – ведомственными метрологическими службами или руководством предприятия.

Поверочная схема передачи единицы длины данного средства измерения регламентируется ГОСТ Р 8.763-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \times 10^{-9}$  до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм».

Настоящий стандарт распространяется на государственную поверочную схему для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \times 10^{-9}$  до 50 м и длин волн в

диапазоне от 0,2 до 50 мкм и устанавливает порядок передачи единицы длины от государственного первичного эталона единицы длины - метра рабочим средствам измерений с помощью вторичных и рабочих эталонов с указанием погрешностей и основных методов поверки [6].

До введения методики, калибровку проводили согласно методики поверки [33], в случае отсутствия эталонной базы, указанной в МП, СИ отправляют на поверку в стороннюю организацию, аккредитованную в национальной системе аккредитации.

В соответствии с 5.4.5 ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 пригодность методики калибровки определяют одним из следующих способов или их сочетанием:

1. Калибровкой СИ с использованием исходных эталонов и стандартных образцов;
2. Сравнением результатов, полученных с помощью других методов;
3. Межлабораторными сравнительными испытаниями;
4. Систематическим оцениванием факторов, оказывающих влияние на результат;
5. Оцениванием неопределенности измерений [17].

Для оценки пригодности рекомендуется проводить оценку неопределенности измерений при калибровке [17].

Перед утверждением разработанной методики калибровки уточняются ее условия (температура, влажность и т. п.), проводится метрологическая экспертиза методики. Только после метрологической экспертизы методика утверждается в сроки согласно приказу ГД по предприятию. Как только приказ утверждается методика становится обязательна к использованию.

В настоящее время «Уральский дизель-моторный завод» не располагает всей эталонной базой для проведения калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 согласно МП, поэтому СИ отправляют на поверку в сторонние организации.

Прежде чем приступить к разработке методики калибровки для предприятия, следует изучить парк эталонов, которым оно располагает.

## 2.3 Обоснование выбора средств калибровки

На заводе имеются измерительная машина ИЗМ-1 ГОСТ 10875-76 и горизонтальный длиномер ГОСТ 14028-68, а также плоскопараллельные концевые меры длины 4-го разряда ГОСТ 9038-90, которые входят в эталонную базу Нутромера микрометрического НМ-600 [3].

Измерительная машина ИЗМ предназначена для измерения наружных и внутренних линейных размеров. В основу принципа действия измерительной машины положен контактный метод. Измерения проводятся методом непосредственной оценки по шкалам, встроенным в машину, и методом сравнения с плоскопараллельными концевыми мерами длины или другими исходными мерами. В качестве отсчетного устройства используется трубка оптиметра.

Измерительная машина ИЗМ-1 изготавливается с пределом наружных измерений 1 метр, на ней можно измерять длину плоскопараллельных концевых мер, микрометрических нутромеров, наружных диаметров цилиндров, внутренних диаметров колец, среднего диаметра резьбы калибров и других мер и изделий.

Технические характеристики ИЗМ-1 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики ИЗМ-1

Параметр	Характеристика
1	2
Пределы измерений наружных длин, мм	0 ... 1000
Пределы измерений внутренних длин, мм	13,5 ... 900
Пределы измерения внутренних диаметров, мм	13,5 ... 150
Цена деления шкал, мм:	
- метровой	100
- стомиллиметровой	0,1
- измерительного устройства	0,001
Погрешность измерений, мкм:	
- трубки оптиметра	$\pm 0,3$
- стомиллиметровой шкалы	$\pm (0,7 \text{ плюс } 0,005L)$
- метровой шкалы	$\pm (0,3 \text{ плюс } 0,009L)$ ,
	где L номинальная измеряемая длина в мм
Размер наружной резьбы, мм	0-140
Дискретность отсчета, мкм	1

### Окончание таблицы 3

1	2
Погрешность не более, мкм	$\pm 0,25$
Измерительное усилие, Н	$2 \pm 0,5$
Макс. вес детали, кг	10
Условия эксплуатации	$20 \pm 2^\circ\text{C}$ , отн. влажность до 60%
Габаритные размеры, мм	2000x500x650
Масса машины, кг	300

Оптические длиномеры предназначены для измерений с высокой точностью наружных (вертикальные длиномеры), наружных и внутренних (горизонтальные длиномеры) линейных размеров деталей путем определения перемещения образцовой линейной шкалы, установленной на одной оси с измерительным стержнем. В этих приборах объект и отсчетный микроскоп неподвижны, а жестко связанные между собой измерительный стержень и образцовая шкала при измерении перемещаются.

С помощью длиномеров производятся измерения абсолютным и относительным методами цилиндрических и резьбовых калибров, изделий призматической формы, внутренних диаметров гладких и резьбовых колец, диаметров шариков и проволоки, толщины листов и т.д.

Горизонтальные длиномеры имеют большие пределы измерения и более универсальны, чем вертикальные. Применение проекционного отсчетного устройства по сравнению с окулярным повышает точность и производительность измерения.

Технические характеристики горизонтального длиномера типа ДГЭ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики ДГЭ

Параметр	Характеристика
1	2
Диапазон абсолютных измерений, мм	1550
Погрешность, мкм	$0,3 + L (\text{мм}) / 1500$
Сходимость, мкм	0,1
Разрешение, мм	0,01 – 0,00001
Макс. скорость изм. каретки, мм/сек	1,5
Измерительное усилие, Н	0 – 12
Рабочий диапазон температур, °С	+10 ... +40

#### Окончание таблицы 4

1	2
Температура хранения, °С	-10 ... +40
Относительная влажность, %	20 - 80
Вес, кг	152

В настоящее время измерительная машина и горизонтальный длиномер ожидают ремонта. В будущем планируется использовать ИЗМ-1 в качестве эталона для калибровки. После ремонта машина подлежит калибровке, с указанием неопределённостей. Создается паспорт эталона.

После внутренней аттестации ИЗМ-1 в качестве эталона она будет включена в график калибровки СИ, проводимой сторонней организацией. Помимо этого, при калибровке будет выдаваться протокол, в котором будет указываться неопределенность эталона.

Итак, в эталонную базу для калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 на предприятии войдут: измерительная машина ИЗМ-1, изготовленная по ГОСТ 10875-76 и горизонтальный длиномер по ГОСТ 14028-68, а также ПКМД 4-го разряда ГОСТ 9038-90.

## 2.4 Расчет погрешности и неопределенности измерений Нутромера микрометрического НМ-600

Так как в содержание методики калибровки входит расчет погрешности и неопределенности, следует подробнее рассмотреть, как он будет производиться.

Погрешность показаний микрометрической головки определяют на измерительной машине в пяти точках (мм): 2,50; 5,12; 7,36; 10,24; 13,00.

Погрешность показаний микрометрической головки определяют по формуле (1).

$$\Delta = X_{\text{ИЗМ}} - X_0, \quad (1)$$

где  $X_{\text{ИЗМ}}$  – значение измеренной величины;  $X_0$  – показания эталона.

Результаты расчета погрешности заносят в протокол (Приложение А.1).

Чтобы рассчитать неопределенность измерений Нутромера микрометрического НМ-600 воспользуемся Р 50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений».

Погрешность нутромера микрометрического НМ-600, согласно требованиям стандарта [2], в диапазоне измерения от 75 мм до 600 мм, составляет  $\pm 0,015$  мм.

Неопределенность погрешности нутромера микрометрического в диапазоне измерения от 75 мм до 600 мм, в предположении U-образного закона распределения рассчитывается по формуле (2).

$$u_B(\delta_1) = \frac{0,015}{\sqrt{3}} = 0,0087 \text{ мм.} \quad (2)$$

Микрометрическая головка нутромера настраивается на нулевое деление по установочной мере. Поэтому погрешность настройки нутромера микрометрического по установочной мере складывается из погрешности самой меры и погрешности, связанной с установкой по этой мере.

Погрешность настройки нутромера микрометрического в диапазоне измерения 75 мм – 600 мм составляет  $\pm 0,005$  мм.

Неопределенность погрешности настройки нутромера, в предположении U-образного закона распределения рассчитывается по формуле (3).

$$u_B(\delta_2) = \frac{0,005}{\sqrt{3}} = 0,0029 \text{ мм.} \quad (3)$$

Микрометрические нутромеры не снабжены специальными устройствами для центрирования, и поэтому требуется «поиск» размера в диаметральной плоскости.

В осевой же плоскости, из-за малой длины цилиндрической части отверстия диафрагмы, которая должна находиться в пределах от  $0,005D$  до  $0,2D$ , где



$D$  – внутренний диаметр измерительного трубопровода, погрешностью переко-  
са можно пренебречь.

Погрешность центрирования для диапазона измерения 75 мм - 600 мм  
составляет 0,02 мм.

Неопределенность погрешности центрирования, в предположении U-  
образного распределения рассчитывается по формуле (4).

$$u_B(\delta_3) = \frac{0,02}{\sqrt{3}} = 0,0115 \text{ мм.} \quad (4)$$

Микрометрический нутромер для установки на размер собирается свин-  
чиванием отдельных звеньев.

В местах соприкосновения происходят деформации.

Погрешность от деформации при свинчивании для диапазона измерения  
75 мм - 600 мм составляет  $\pm 0,015$  мм.

Неопределенность погрешности из-за деформации при свинчивании, в  
предположении U-образного закона распределения рассчитывается по  
формуле (5).

$$u_B(\delta_4) = \frac{0,015}{\sqrt{3}} = 0,0087 \text{ мм.} \quad (5)$$

Для цены деления нутромера микрометрического 0,01 мм, ширины штри-  
хов шкалы барабана 0,08 мм и длины деления шкалы барабана 0,8 мм погреш-  
ность неточного отсчета составит  $\pm 0,001$  мм.

Неопределенность погрешности неточного отсчета, в предположении U-  
образного закона распределения рассчитывается по формуле (6).

$$u_B(\delta_5) = \frac{0,001}{\sqrt{3}} = 0,0006 \text{ мм.} \quad (6)$$

Влияние тепла рук оператора значительно сказывается на погрешности  
нутромера микрометрического. Величина этой составляющей погрешности  
непостоянна во времени и потому не может быть исключена из результата  
измерений.

Температурная погрешность измерения нутромером для диапазона измерения от 75 мм до 600 мм, составляет 0,005 мм.

Неопределенность температурных погрешностей нутромера микрометрического, в предположении U-образного распределения рассчитывается по формуле (7).

$$u_B(\delta_6) = \frac{0,005}{\sqrt{3}} = 0,0029 \text{ мм.} \quad (7)$$

Суммарная стандартная неопределенность по типу В рассчитывается согласно формуле (8).

$$u_B = \sqrt{\sum_i u_B^2(\delta_i)} = 0,017 \text{ мм.} \quad (8)$$

Суммарная стандартная неопределенность измерения будет определяться через стандартные неопределенности входных величин по формуле (9).

$$u_C(D_{20}) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (9)$$

Если предположить, что  $u_A = 0$ , то суммарная стандартная неопределенность  $u_C(D_{20}) = u_B$ .

Расширенная неопределенность измерения нутромером микрометрическим будет определяться из формулы (10).

$$U(D_{20}) = k * u_C(D_{20}), \quad (10)$$

где  $k$  – коэффициент охвата для вероятности 0,95, равный 2.

Бюджет неопределенности измерений нутромером микрометрическим для интервала диаметров 75 мм - 600 мм приводится в соответствующей таблице (Приложение А.4).

Ни одна из входных величин не рассматривается коррелированной с другими величинами в какой-нибудь значительной степени.

Все коэффициенты чувствительности при прямых измерениях длины геометрических объектов равны 1.

Относительная неопределенность результата измерения рассчитывается по формуле (11).

$$u_{\text{отн}}(D_{20}) = \frac{u_c(D_{20})}{D_{20}} * 100\% = 0,01\%. \quad (11)$$

В данном параграфе мы рассмотрели, как будут рассчитываться погрешность и неопределенность измерений Нутромера микрометрического НМ-600.

## **2.5 Формирование структуры и содержания методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600**

Для выполнения второй и четвертой задач воспользуемся ГОСТ Р 8.879-2014 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению» и ГОСТ 17215-71 «Нутромеры микрометрические. Методы и средства поверки».

Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 будет содержать следующие разделы:

1. Область применения;
2. Нормативные ссылки;
3. Технические требования;
4. Требования к квалификации калибровщиков;
5. Требования по обеспечению безопасности;
6. Подготовка к процедуре калибровки;
7. Процедура калибровки;
8. Обработка результатов измерений;
9. Оформление результатов калибровки.

В разделе «Область применения» указана краткая характеристика калибруемого СИ, рекомендуемый интервал между калибровками (1 год), а также

установлено место, в котором применяется данная методика – ООО «Уральский дизель-моторный завод».

При разработке настоящей методики были использованы следующие нормативные документы: ГОСТ 10-88 «Нутромеры микрометрические. Технические условия»; ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»; ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования»; ГОСТ 17215-71 «Нутромеры микрометрические. Методы и средства поверки»; СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений - ООО «УДМЗ» - 2012.

Раздел «Технические требования» включает следующие пункты:

1. Сведения о метрологических характеристиках Нутромера микрометрического НМ-600, такие как диапазон измерений и предел допускаемой погрешности;
2. Требования к средствам калибровки, а именно к измерительной машине ИЗМ-1, изготовленной по ГОСТ 10875-76, ПКМД 4-го разряда по ГОСТ 9038-90, горизонтальному длиномеру, изготовленному по ГОСТ 14028-68;
3. Требования к условиям проведения калибровки, таким как температура окружающего воздуха, температура установочных мер и относительная влажность.

К проведению калибровки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию. Сотрудники должны быть профессионально подготовлены, иметь опыт работы с Нутромером микрометрическим НМ-600 и знать требования настоящей методики.

При проведении калибровки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ

12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», а также требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах калибруемого нутромера и средств калибровки.

В разделе «Подготовка к процедуре калибровки» указаны подготовительные работы к проведению калибровки: детали нутромера и установочная мера должны быть промыты авиационным бензином, протерты чистой салфеткой и выдержаны в лаборатории не менее 3 ч.

Калибровка Нутромера микрометрического НМ-600 состоит из следующих операций:

1. Внешний осмотр;
2. Проверка взаимодействия частей;
3. Определение положения торца конической части барабана относительно нулевого штриха;
4. Определение погрешности показаний микрометрической головки и изменение ее размера при зажиме и освобождении стопорного винта;
5. Определение суммарного размера микрометрической головки с присоединенными к ней удлинителями;
6. Определение рабочего размера установочных мер;
7. Оценивание стандартной неопределенности.

В разделе «Обработка результатов измерений» указана формула для расчета погрешности показаний микрометрической головки, также указана ссылка к приложению А.4, в котором даны формулы для оценивания стандартной неопределенности.

Результаты калибровки фиксируются в журнале, заносятся в электронную базу. Информация о калибровке распространяется согласно требованиям СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений.

При положительных результатах калибровки оформляется «Сертификат о калибровке» (Приложение А.2).

При результатах калибровки, неудовлетворяющих положениям данной методики, выписывается «Извещение о непригодности к применению» (Приложение А.3) с указанием соответствующей информации. Информация так же вносится в журнал, заносится в базу.

Приложениями к разработанной методике будут:

1. Форма протокола калибровки;
2. Форма сертификата о калибровке;
3. Форма извещения о непригодности;
4. Оценивание стандартной неопределенности.

Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 представлена в Приложении А.

Итогом данного раздела является выполнение второй, третьей и четвертой задач выпускной квалификационной работы. Были приведены характеристики ООО «УДМЗ» и его метрологической службы, проанализировано МО Нутромера микрометрического НМ-600 в условиях предприятия, выбраны эталоны калибровки и разработана методика.

### **3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ**

#### **3.1 Выявление требований к уровню компетенций персонала**

Для определения знаний и умений персонала, необходимых при использовании разрабатываемой методики следует проанализировать Профессиональный стандарт 40.012 «Специалист по метрологии» утвержденный 29 июня 2017 г. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации.

В данном стандарте собрано множество трудовых функций, охватывающих все процессы организации. В реальных условиях специалист имеет опыт работы только в одной определенной области (или нескольких смежных областях), следовательно, для установления соответствия области деятельности трудовых функций необходимо создание системы профессиональных стандартов, отражающих специфику определенных видов деятельности.

Основная цель вида профессиональной деятельности: обеспечение качества выпускаемой продукции [24].

Чтобы применять методику калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 специалисту по метрологии необходимо освоить трудовую функцию «Поверка (калибровка) сложных средств измерений», которая входит в обобщенную трудовую функцию «Метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний продукции». Для данной трудовой функции предусмотрен 5 уровень квалификации.

Трудовые действия:

1. Разработка методик калибровки средств измерений;
2. Выполнение действий, предусмотренных методикой калибровки средств измерений;
3. Выполнение действий, предусмотренных методикой поверки средств измерений [24].

Необходимые умения:

1. Использовать измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений;
2. Применять методики и средства поверки (калибровки) средств измерений;
3. Рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений;
4. Оформлять результаты поверки (калибровки) средств измерений [24].

Необходимые знания:

1. Законодательство российской федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения;
2. Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы поверки (калибровки) средств измерений;
3. Нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации;
4. Области применения методов измерений;
5. Конструктивные особенности и принципы работы средств измерений;
6. Технологические возможности и области применения средств измерений;
7. Методики и средства поверки (калибровки) средств измерений;
8. Методы расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений [24].

Для подготовки специалиста по метрологии требуется следующий перечень материально-технического обеспечения теоретических и практических занятий:

1. Оборудование необходимое для создания нормальных условий в лаборатории (увлажнитель, кондиционер);
2. Измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений условий окружающей среды (гигрометр, барометр);
3. Оборудование необходимое для проведения калибровки/поверки, для расчетов погрешности (АСПТ, печи, калибраторы, термостаты и др.);



4. Компьютер для оформления результатов калибровки/проверки, для расчётов погрешности (неопределенности);

5. Принтер для предоставления протоколов.

Для того, чтобы внедрить новую методику калибровки, следует разработать методический материал для обучения персонала к применению данной методики.

### **3.2 Разработка методических материалов**

Перед тем, как разработать методический материал для обучения персонала на предприятии, стоит рассмотреть программу подготовки, предлагаемую Академией стандартизации, метрологии и сертификации, для повышения квалификации работников метрологических служб предприятий, ФБУ ЦСМ и метрологических институтов, сотрудников технологических отделов, ОТК и служб качества.

Во время обучения приводится классификация средств геометрических измерений, рассматриваются государственные поверочные схемы. Рассматриваются конструкции, метрологические характеристики и основы поверки приборов для измерения наружных и внутренних размеров (в том числе универсальных средств геометрических измерений), концевых и штриховых мер длины, контроль гладких и резьбовых калибров, угловых мер и приборов для измерения углов, средств измерения отклонений формы и расположения поверхностей, параметров и приборов для измерения шероховатости поверхностей, оптико-механических приборов для измерения длин. Слушатели имеют возможность приобретения практических навыков работы с обширной номенклатурой средств измерений [1].

В результате обучения специалист метрологической службы в области поверки и калибровки средств геометрических измерений будет:

Знать:

1. Законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по метрологическому обеспечению производства;
2. Стандарты и другие нормативные документы по эксплуатации, поверке и хранению средств измерений;
3. Организацию и техническую базу метрологического обеспечения производства;
4. Физические основы измерений;
5. Систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствам измерений;
6. Принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений;
7. Методы и средства поверки (калибровки) средств измерений;
8. Методики выполнения измерений;
9. Назначение и принципы применения средств измерений, порядок составления и правила оформления технической документации;
10. Порядок ведения фонда стандартов и других документов, регламентирующих точность измерений.

Уметь:

1. Применять контрольно-измерительную и испытательную технику для контроля качества продукции и технологических процессов;
2. Осуществлять поверку (калибровку) средств измерений;
3. Использовать современные способы обеспечения высокой точности и единства измерений;
4. Применять аттестованные методики выполнения измерений;
5. Использовать компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации, применяемые в сфере профессиональной деятельности.

Владеть навыками:

1. Работы с контрольно-измерительной и испытательной техникой для метрологического обеспечения производства;

2. Современными методами и средствами поверки (калибровки);
3. Обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;
4. Оформления результатов испытаний и принятия соответствующих решений [1].

Специализация «Поверка и калибровка средств геометрических измерений» включает в себя проработку теоретических вопросов на основе учебного пособия «Поверка и калибровка универсальных средств геометрических измерений. Часть 2» [1].

Практические навыки слушатели получают при выполнении лабораторных работ:

1. Поверка штангенциркуля ШЦ;
2. Поверка штангенглубиномера ШГ;
3. Поверка штангенрейсмаса ШР;
4. Поверка микрометра гладкого МК;
5. Поверка микрометра рычажного МР;
6. Поверка скобы рычажной СР;
7. Поверка индикатора часового типа ИЧ;
8. Поверка измерительной головки ИГ;
9. Поверка измерительной головки МИГ;
10. Поверка микрокатра ИГП;
11. Поверка микрометрического нутромера;
12. Поверка индикаторного нутромера с ценой деления 0,01 мм;
13. Контроль гладкого калибра;
14. Контроль резьбового калибра;
15. Поверка линейки измерительной металлической;
16. Поверка рулетки измерительной металлической;
17. Поверка концевых мер длины на оптиметре;
18. Поверка концевых мер длины на контактном интерферометре;
19. Поверка концевых мер длины на оптикаторе или микрокаторе;

20. Контроль щупов;
21. Поверка угольника поверочного 90<sup>0</sup>;
22. Поверка угломера;
23. Поверка уровня технического;
24. Поверка автоколлиматора;
25. Поверка линейки поверочной;
26. Поверка плиты поверочной;
27. Поверка оптиметра;
28. Поверка длинномера;
29. Поверка двойного микроскопа МИС-11 [1].

Подготовку в АСМС предлагаем дополнить внутрифирменным обучением в виде проведения лабораторных работ.

Прежде чем утвердят новую методику калибровки, персонал должен пройти обучение по ее правильному использованию. Перед проведением лабораторных работ, работники проходят теоретическое и практическое обучение.

Учебный план, представленный в таблице 5, содержит три занятия: теоретическое, практическое, лабораторная работа, программа составляет 8 часов.

Таблица 5 – Учебный план

Наименование тем	Количество часов
Документы Бюро метрологического обеспечения ООО «УДМЗ»	2
Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600	2
Калибровка Нутромера микрометрического НМ-600	4
Итого	8

План теоретического занятия:

Тема: «Документы Бюро метрологического обеспечения ООО «УДМЗ».

Цели:

Образовательная: сформировать знания об управлении средствами измерений на предприятии.

Развивающая: способствовать формированию у обучающихся трудового распорядка, установленного в организации.

Воспитательная: воспитать ответственность за результаты трудовой деятельности, соблюдение техники безопасности, санитарно-гигиенических условий труда;

Форма занятия: теоретическое занятие;

Методы обучения:

По источнику знаний: работа с книгой (чтение, изучение).

По характеру познавательной деятельности: метод сообщения новых знаний.

Средства обучения: информационные (НД предприятия).

Форма организации учебно-познавательной деятельности: индивидуальная;

Материально-техническое оснащение: столы и стулья, ручки и тетради, заводские документы: СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений; Инструкция 7.6-02-2018. Метрологический контроль и надзор за состоянием и применением средств измерений»; Инструкция 7.6-03-2012. Метрологическая аттестация испытательного оборудования; РК-01-2009. СМК. Руководство по качеству.

Структура и ход теоретического занятия представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Ход теоретического занятия

Элемент структуры занятия	Время, мин	Наглядные средства	Деятельность наставника	Деятельность обучающихся
1	2	3	4	5
Организационный этап	3	–	Приветствует обучающихся, проверяет посещаемость, называет тему занятия	Приветствуют наставника, участвуют в проверке посещаемости
Постановка целей занятия	2	–	Сообщает цели занятия, выдает НД предприятия	Слушают цели, принимают НД

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5
Самостоятельная работа	100	СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений; Инструкция 7.6-02-2018. Метрологический контроль и надзор за состоянием и применением средств измерений»; Инструкция 7.6-03-2012. Метрологическая аттестация испытательного оборудования; РК-01-2009. СМК. Руководство по качеству.	–	Читают и изучают выданные документы, делают записи, составляют список вопросов, касающихся данных НД
Консультация	15	–	Отвечает на вопросы	Задают вопросы

План практического занятия:

Тема: «Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600».

Цели:

Образовательная: сформировать знания о калибровке Нутромера микрометрического НМ-600 на предприятии.

Развивающая: развить умение намечать задачи калибровки СИ перед ее проведением.

Воспитательная: содействовать трудовому воспитанию обучающихся.

Форма занятия: практическое занятие;

Методы обучения:

По источнику знаний: работа с книгой (чтение, изучение).

По характеру познавательной деятельности: метод сообщения новых знаний.

Средства обучения: информационные (методика калибровки), семиотические (уравнения), условные обозначения.

Форма организации учебно-познавательной деятельности: индивидуальная;

Материально-техническое оснащение: столы и стулья, ручки и тетради, методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 (Приложение А).

Структура и ход практического занятия представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Ход практического занятия

Элемент структуры занятия	Время, мин	Наглядные средства	Деятельность наставника	Деятельность обучающихся
Организационный этап	3	–	Приветствует обучающихся, проверяет посещаемость, называет тему занятия	Приветствуют наставника, участвуют в проверке посещаемости
Постановка целей занятия	2	–	Сообщает цели занятия, выдает методику калибровки	Слушают цели, принимают методику
Изучение методики калибровки	90	Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600	Консультирует по заданным вопросам	Изучают методику, задают вопросы
Контроль знаний	25	–	Задает контрольные вопросы	Отвечают на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Опишите Нутромер микрометрический НМ-600, каковы его метрологические характеристики, для чего он предназначен?
2. С помощью каких эталонов проводят калибровку Нутромера микрометрического НМ-600 на ООО «Уральский дизель-моторный завод»?
3. В каких условиях проводится калибровка данного нутромера?
4. Какие подготовительные работы следует проводить перед процедурой калибровки?
5. Назовите операции калибровки Нутромера микрометрического НМ-600.
6. Как документируется информация о проведенной калибровке?

План лабораторной работы:

Тема: «Калибровка Нутромера микрометрического НМ-600».

Цели:

Образовательная: сформировать умения и навыки калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 в условиях предприятия.

Развивающая: развить самостоятельность при проведении калибровочных работ.

Воспитательная: воспитать усидчивость, умение преодолевать трудности, аккуратность при выполнении калибровки.

Форма занятия: лабораторная работа;

Методы обучения:

По источнику знаний: словесный (объяснение, инструктаж), практический, наглядный (демонстрация).

По характеру познавательной деятельности: метод формирования умений и навыков по применению знаний на практике.

Средства обучения: вербальные лингвистические (устная речь), семиотические (уравнения), условные обозначения, наглядные.

Форма организации учебно-познавательной деятельности: групповая, индивидуально-обособленная, фронтальная;

Материально-техническое оснащение: маркерная доска, маркеры, столы и стулья, ручки и тетради, Нутромер микрометрический НМ-600, измерительная машина ИЗМ-1, набор ПКМД, спирт, салфетки, методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 (Приложение А).

Структура и ход лабораторной работы представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Ход лабораторной работы

Элемент структуры занятия	Время, мин	Наглядные средства	Деятельность наставника	Деятельность обучающихся
1	2	3	4	5
Организационный этап	3	–	Приветствует обучающихся, проверяет посещаемость, называет тему	Приветствуют наставника, участвуют в проверке посещаемости



## Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
Постановка целей занятия	2	–	Сообщает цели занятия, выдает методику калибровки, СИ, ПКМД, спирт и салфетки	Слушают цели, принимают методику, СИ, ПКМД, спирт и салфетки
Лабораторная работа	210	Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600, Нутромер микрометрический НМ-600, измерительная машина ИЗМ-1, набор ПКМД	Демонстрирует основные операции, указанные в методике, следит за проведением калибровки, консультирует по возникающим вопросам	Наблюдают за деятельностью наставника, проводят калибровку Нутромера микрометрического НМ-600, согласно выданной методике, под присмотром наставника, задают вопросы
Проверка результатов лабораторной работы	15	Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600, Нутромер микрометрический НМ-600, измерительная машина ИЗМ-1, набор ПКМД	Проверяет результаты калибровки обучающихся, указывает на возможные ошибки	Показывают и рассказывают о своих результатах калибровки, слушают наставления наставника
Подведение итогов занятия	10	–	Сообщает обучающимся об итогах занятия	Слушают, делают выводы

Для проведения теоретического занятия применяется конспект, который представляет собой материал, размещенный в параграфе 2.2, теоретической основой практической работы является изучение методики калибровки, основой теоретической части лабораторной работы является расчет погрешности и неопределенности при калибровке, он описан в параграфе 2.4.

Для проведения лабораторной работы используются методические рекомендации, приведенные в приложении Д.

Для контроля сформированности заявленных знаний применяются контрольные вопросы, размещенные после описания практической работы, а контроль умений проводится в виде защиты результатов выполнения задания лабораторной работы.

Таким образом, в данной главе был проанализирован Профессиональный стандарт 40.012 «Специалист по метрологии» и программа подготовки, предлагаемая Академией стандартизации, метрологии и сертификации, для повышения квалификации работников метрологических служб предприятий, ФБУ ЦСМ и метрологических институтов, сотрудников технологических отделов, ОТК и служб качества. Для ООО «Уральский дизель-моторный завод» предложен учебный план, включающий теоретическое и практическое занятия, а также лабораторную работу, с целью подготовить персонал к использованию разработанной методики калибровки, предложена методика проведения занятий и методические материалы для проведения лабораторной работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были разработаны структура и содержание методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 для ООО «Уральский дизель-моторный завод».

В процессе написания работы был проведен анализ сравнительных характеристик процедур поверки и калибровки, рассмотрен предмет деятельности и цели Российской системы калибровки, рассмотрены документы РСК, были изучены понятия погрешности и неопределенности измерений.

Для разработки методики был выполнен анализ метрологического обеспечения Нутромера в условиях предприятия, выбраны эталоны калибровки, а также произведен расчет погрешности и неопределенности измерений заданного нутромера.

Результатом выполнения дипломной работы является «Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600» для ООО «Уральский дизель-моторный завод». В данной методике приводится описание калибруемого средства измерения, его метрологические характеристики, указаны требования к эталонам и условиям проведения калибровки. Описаны процедуры подготовки к калибровке и ее основные операции. Указаны формулы для расчета погрешности и неопределенности измерений. Для оформления результатов калибровки представлены формы: протокола, сертификата о калибровке, извещения о непригодности к применению.

Главным отличием разработанной методики калибровки от существующей методики поверки является наличие операции оценивания стандартной неопределенности, а также отсутствие таких операций как: проверка шероховатости измерительных поверхностей наконечника, микрометрической головки и установочной меры; проверка ширины штрихов шкал стебля и барабана; проверка расстояния от стебля до верхнего края торца конической части барабана; проверка радиуса кривизны измерительных поверхностей наконечника и микрометрической головки; определение жесткости нутромера; определение бие-

ния измерительной поверхности нутромера и проверка индикаторной головки. Данные операции были исключены, так как не несут существенную роль для калибровки, а также по причине отсутствия необходимых эталонов на предприятии.

Также в методике калибровки был установлен рекомендуемый интервал между калибровками – 1 год. Для подтверждения метрологических характеристик, каждая четвертая калибровка должна проводиться в виде поверки в сторонней организации.

В методической части был разработан учебный план для подготовки персонала к использованию разработанной методики. Обучение рассчитано на 8 часов и включает в себя теоретическое и практическое занятия, а также лабораторную работу. Теоретическое занятие предполагает изучение персоналом нормативной документации предприятия, практическое – изучение методики калибровки Нутромера микрометрического НМ-600, и последующее закрепление в виде контроля знаний, предполагающего ответы на контрольные вопросы. Лабораторная работа разработана для того, чтобы работники смогли опробовать калибровку СИ под присмотром и руководством наставника. После завершения обучения персонал сможет самостоятельно использовать методику калибровки Нутромера микрометрического НМ-600.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Академия стандартизации, метрологии и сертификации АСМС [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://www.asms.ru>.
2. ГОСТ 10–88. Нутромеры микрометрические. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 1990–01–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
3. ГОСТ 17215–71. Нутромеры микрометрические. Методы и средства поверки [Электронный ресурс]. – Введ. 1973–01–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
4. ГОСТ 8.009–84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерения [Электронный ресурс]. – Введ. 1986–01–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
5. ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Электронный ресурс]. – Введ. 2012–01–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
6. ГОСТ Р 8.763–2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \times 10^{-9}$  до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм [Электронный ресурс]. – Введ. 2013–01–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
7. ГОСТ Р 8.879–2014. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению [Электронный ресурс]. – Введ. 2015–09–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
8. ГОСТ Р 8.885–2015. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Эталоны. Основные положения [Электронный ресурс]. –

Введ. 2016–03–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

9. ГОСТ Р ИСО 5725–1–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

10. ГОСТ Р ИСО 5725–2–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

11. ГОСТ Р ИСО 5725–3–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

12. ГОСТ Р ИСО 5725–4–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

13. ГОСТ Р ИСО 5725–5–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

14. ГОСТ Р ИСО 5725–6–2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

15. Захаров И. П. Калибровка – 17025 [Текст]: справ. пособие, 2-е изд., перераб. и дополн. / И. П. Захаров. – Санкт-Петербург: Политехника – Принт, 2017. – 68 с.

16. Инструкция 22–2017. Порядок оценки неопределенности и представления результатов калибровки [Текст]. Введ. 2018–01–01. – Нижегородский ЦСМ, 2017. – 15 с.

17. Инструкция 23–2017. Порядок разработки методик калибровки средств измерений [Текст]. Введ. 2018–01–01. – Нижегородский ЦСМ, 2017. – 16 с.

18. Инструкция 7.6–02–2018. Метрологический контроль и надзор за состоянием и применением средств измерений [Текст]. Введ. 2018–07–20. – Уральский дизель-моторный завод, 2012. – 21 с.

19. Инструкция 7.6–03–2012. Метрологическая аттестация испытательного оборудования [Текст]. Введ. 2012–07–20. – Уральский дизель-моторный завод, 2012. – 24 с.

20. ПР 50.2.017–95. ГСИ. Положение о Российской системе калибровки [Электронный ресурс]. – Введ. 1995–05–15 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

21. ПР РСК 002–95. Калибровочные клейма [Электронный ресурс]. – Введ. 1995–06–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

22. ПР РСК 003–98. Порядок осуществления инспекционного контроля за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ [Электронный ресурс]. – Введ. 1998–04–29 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

23. ПР РСК 005–03. Указания по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» в Российской системе калибровки [Электронный ресурс]. – Введ.

2003–08–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

24. Профессиональный стандарт «Специалист по метрологии» № 526 н от 29.06.2017 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

25. Р 50.2.038–2004. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 2005–01–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

26. РД РСК 02–2014. Порядок организации деятельности Российской системы калибровки [Электронный ресурс]. – Введ. 2014–07–10 // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

27. РМГ 91–2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения». Общие принципы [Электронный ресурс]. – Введ. 2010–02–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

28. Российская Федерация. Законы. Об аккредитации в национальной системе аккредитации № 412 [Электронный ресурс]: федер. закон: [принят Гос. думой 23 декабря 2013 г.: одобр. Советом Федерации 25 декабря 2013 г.] // Консультант плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://consultant.ru>.

29. Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений № 102 [Электронный ресурс]: федер. закон: [принят Гос. думой 11 июня 2008 г.: одобр. Советом Федерации 18 июня 2008 г.] // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

30. Российская Федерация. Постановления. Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений № 734 [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ:



[принято Правительством РФ 23 сентября 2010 г.] // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

31. Р РСК 001–95. Российская система калибровки. Типовое положение о калибровочной лаборатории [Электронный ресурс]. – Введ. 1995–06–01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

32. Синара-Транспортные Машины [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <https://sinaratm.ru>.

33. СМК.ДП–7.6–01–2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений [Текст]. Введ. 2018–07–20. – Уральский дизель-моторный завод, 2012. – 38 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

<b>СОГЛАСОВАНО</b> Начальник департамента по управлению качеством (заместитель генерального директора) ООО «Уральский дизель-моторный завод»  _____ «____» _____ 2019 г.	<b>УТВЕРЖДАЮ</b> Главный директор по качеству ООО «Уральский дизель-моторный завод»  _____ «____» _____ 2019 г.
--	--

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ  
НУТРОМЕРА МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НМ-600  
МК 8.01-19

Разработчик: Катаева С. О.

Количество страниц 18

Екатеринбург

2019

## Предисловие

РАЗРАБОТАНА ООО «Уральский дизель-моторный завод»,  
г. Екатеринбург

ИСПОЛНИТЕЛЬ С. О. Катаева

УТВЕРЖДЕНА ООО «Уральский дизель-моторный завод»

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

## Содержание

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
  - 3.1 Сведения о метрологических характеристиках Нутромера микрометрического
  - 3.2 Требования к средствам калибровки
  - 3.3 Требования к условиям проведения калибровки
4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ КАЛИБРОВЩИКОВ
5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ
6. ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ КАЛИБРОВКИ
7. ПРОЦЕДУРА КАЛИБРОВКИ
8. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КАЛИБРОВКИ
- ПРИЛОЖЕНИЕ А.1 – Форма протокола калибровки
- ПРИЛОЖЕНИЕ А.2 – Форма сертификата о калибровке
- ПРИЛОЖЕНИЕ А.3 – Форма извещения о непригодности
- ПРИЛОЖЕНИЕ А.4 – Оценивание стандартной неопределенности

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящая методика распространяется на Нутромеры микрометрические НМ-600 и устанавливает методы и средства калибровки.

Нутромер микрометрический типа НМ предназначен для определения внутренних размеров деталей и их поверхностей: отверстий, пазов, уступов и т. д. Нутромеры данного типа имеют измерительный наконечник. Измерительные поверхности наконечника оснащены твердым сплавом. Конструкция нутромеров обладает хорошей жесткостью при минимальном весе. Нутромеры имеют установочную меру, позволяющую производить непосредственно на рабочем месте периодическую проверку и установку на «нуль» микрометрической головки с измерительным наконечником.

Измерительная система Нутромера микрометрического подлежит первичной калибровке при изготовлении и выпуске из ремонта, периодической калибровке – в процессе эксплуатации.

Рекомендуемый интервал между калибровками – 1 год.

Для подтверждения метрологических характеристик, каждая четвертая калибровка должна проводиться в виде поверки в сторонней организации.

Настоящая методика предназначена для применения на объектах ООО «Уральский дизель-моторный завод».

## **2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

1. ГОСТ 10-88 «Нутромеры микрометрические. Технические условия»;
2. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
3. ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования»;
4. ГОСТ 17215-71 «Нутромеры микрометрические. Методы и средства поверки»;

5. СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений - ООО «УДМЗ» - 2012.

### **3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

#### **3.1 Сведения о метрологических характеристиках Нутромера микрометрического**

Основные метрологические характеристики Нутромера микрометрического НМ-600 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики Нутромера микрометрического НМ-600

Условное обозначение	Диапазон измерений, мм	Предел допускаемой погрешности, мкм	Предел допускаемой погрешности микрометрических головок, мкм
НМ-600	75-600	от $\pm 4$ до $\pm 15$	$\pm 3$

Обозначение нутромера микрометрического НМ, с диапазоном измерений 75-600 мм, ценой деления 0,01:

*Нутромер НМ-600-0,01 ГОСТ 10-88*

#### **3.2 Требования к средствам калибровки**

Калибровку Нутромера микрометрического НМ-600 проводят с помощью измерительной машины ИЗМ-1 изготовленной по ГОСТ 10875-76, поверенной по ГОСТ 8.336-78 и ПКМД 4-го разряда по ГОСТ 9038-90, либо при помощи горизонтального длиномера изготовленного по ГОСТ 14028-68 и поверенного по ГОСТ 12441-66.

Эталоны должны быть калиброваны с указанием неопределенности, а также иметь паспорт эталона, утвержденный внутренним регламентом.

### **3.3 Требования к условиям проведения калибровки**

При проведении калибровки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 4
- температура установочных мер, °C 20 ± 2
- относительная влажность, % не более 80

Нутромер, установочную меру и плоскопараллельные концевые меры длины при калибровке следует брать за теплоизоляционные накладки, а при их отсутствии необходимо пользоваться салфеткой.

### **4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ КАЛИБРОВЩИКОВ**

К проведению калибровки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию. Сотрудники должны быть профессионально подготовлены, иметь опыт работы с Нутромером микрометрическим НМ-600 и знать требования настоящей методики. Рабочие места калибровщиков должны быть аттестованы по условиям труда в соответствии с требованиями трудового законодательства.

### **5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ**

При проведении калибровки должны быть соблюдены требования:

1. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
2. ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования».

Также должны быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах калибруемого нутромера и средств калибровки.

## 6. ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ КАЛИБРОВКИ

Перед проведением калибровки должны быть проведены следующие подготовительные работы: детали нутромера и установочная мера должны быть промыты авиационным бензином, протерты чистой салфеткой и выдержаны в лаборатории не менее 3 ч.

## 7. ПРОЦЕДУРА КАЛИБРОВКИ

При проведении калибровки должны выполняться операции согласно таблице 2.

Таблица 2 – Операции калибровки

Наименование операции	Номер пункта методики калибровки	Операции	
		После ремонта	При эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	7.1	+	+
Проверка взаимодействия частей	7.2	+	+
Определение положения торца конической части барабана относительно нулевого штриха	7.3	+	+
Определение погрешности показаний микрометрической головки и изменение ее размера при зажиме и освобождении стопорного винта	7.4	+	+
Определение суммарного размера микрометрической головки с присоединенными к ней удлинителями	7.5	+	+
Определение рабочего размера установочных мер	7.6	+	+
Оценивание стандартной неопределенности	7.7	+	+

### 7.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра проверить наличие и четкость нанесения надписей и маркировок согласно ГОСТ 10-88.



## 7.2 Проверка взаимодействия частей.

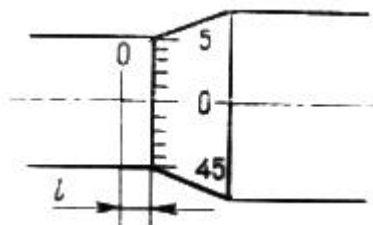
Взаимодействие частей нутромера проверяют опробованием:

1. Барабан микрометрической головки в пределах измерения должен перемещаться плавно, не должно быть ощущения трения барабана о стембель;
2. Микрометрический винт должен легко передвигаться в гайке. Не должно ощущаться качания микровинта в гайке;
3. Стопорный винт должен надежно закреплять микрометрический винт в требуемом положении;
4. Стержни удлинителей должны легко утопать в своих гнездах под действием нагрузки (нажатие пальцем) и при ее снятии должны плавно, без заеданий, возвращаться в исходное положение;
5. Удлинители и наконечник должны легко ввинчиваться в соответствующие гнезда и при окончательном ввинчивании не должны качаться.

## 7.3 Определение положения торца конической части барабана относительно нулевого штриха.

Положение торца конической части барабана относительно нулевого штриха стебля определяют после установки микрометрической головки на нуль (черт.1).

Вращая микрометрический винт, совмещают торец барабана с правым краем нулевого штриха стебля. Отсчет производят по шкале барабана.



Черт.1

У нутромеров, выпускаемых из производства или ремонта, нулевой штрих шкалы стебля должен быть виден целиком. Расстояние от торца конической части барабана до нулевого штриха  $l$  не должно превышать 0,1 мм.

У нутромеров, находящихся в эксплуатации, этот размер может быть увеличен до 0,15 мм, а также допускается перекрытие нулевого штриха торцом конической части барабана на 0,07 мм.

#### **7.4 Определение погрешности показаний микрометрической головки и изменение ее размера при зажиме и освобождении стопорного винта.**

Погрешность показаний микрометрической головки определяют на измерительной машине в пяти точках шкалы (мм): 2,50; 5,12; 7,36; 10,24; 13,00.

Определение погрешности показаний микрометрической головки может производиться в любых других точках с условием, что точки шкалы барабана будут проверены не на одном обороте, а на всем пределе измерений микрометрической головки.

Перед калибровкой микрометрическая головка должна быть установлена на нулевой отсчет с точностью  $\pm 0,002$  мм.

Допускаемые погрешности показаний микрометрической головки не должны превышать величин, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Допускаемые погрешности показаний микрометрической головки

при выпуске из производства, мкм	после ремонта и при эксплуатации, мкм
$\pm 6$	$\pm 8$

#### **7.5 Определение суммарного размера микрометрической головки с присоединенными к ней удлинителями.**

Погрешность суммарного размера микрометрической головки с присоединенными к ней удлинителями определяют на измерительной машине путем сравнения с концевыми мерами длины или блоками из них. Микрометрическую головку соединяют с удлинителями в последовательности, предусмотренной предприятием-изготовителем и указанной в таблицах инструкции по пользованию нутромером.

При калибровке прибор должен быть снабжен двумя сферическими наконечниками с радиусом сферы 14-20 мм.

Допускаемые погрешности не должны превышать указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Допускаемые погрешности показаний

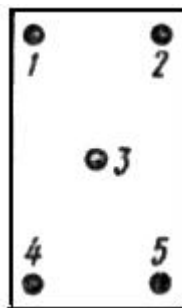
Измеряемые размеры в мм	при выпуске из производства, мкм	после ремонта и эксплуатации, мкм
от 75 до 125	$\pm 6$	$\pm 8$
св. 125 " 200	$\pm 8$	$\pm 10$
" 200 " 325	$\pm 10$	$\pm 12$
" 325 " 500	$\pm 12$	$\pm 15$
" 500 " 600	$\pm 15$	$\pm 20$

При измерении нутромер устанавливают на двух опорах в точках, расположенных от его концов на расстоянии  $1/5$  поверяемой длины.

Калибровку производят при зажатом стопорном винте головки. Отсчет производят после выдержки нутромера согласно п. 7.4.

### 7.6 Определение рабочего размера установочных мер.

Рабочий размер установочной меры определяют в пяти точках ее измерительной поверхности (черт.2). Полученные в этих точках отклонения не должны выходить за пределы допускаемого значения  $\pm 1,5$  мкм (согласно ГОСТ 10-88).



Черт. 2

Отсчеты по шкале прибора производят после выдержки согласно п. 7.4.

Допускаемые отклонения установочных мер, выпускаемых из ремонта и находящихся в эксплуатации, не должны превышать 3 мм.

У цельных установочных мер, находящихся в эксплуатации и выпускаемых из ремонта, номинальный размер при указанном выше допустимом отклонении может быть расширен на 0,010 или 0,020 мм. В этом случае на установочной мере должен быть отчетливо нанесен измененный размер.

### **7.7 Оценивание стандартной неопределенности.**

Чтобы произвести оценку стандартной неопределенности необходимо рассчитать:

1. Неопределенность погрешности нутромера;
2. Неопределенность погрешности настройки нутромера;
3. Неопределенность погрешности центрирования;
4. Неопределенность погрешности из-за деформации при свинчивании;
5. Неопределенность погрешности неточного отсчета;
6. Неопределенность температурных погрешностей нутромера;
7. Суммарную стандартную неопределенность по типу В;
8. Суммарную стандартную неопределенность измерения;
9. Расширенную неопределенность измерения;
10. Относительную неопределенность результата измерения.

## **8. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

Погрешность показаний микрометрической головки определяют по формуле (1):

$$\Delta = X_{\text{ИЗМ}} - X_0, \quad (1)$$

где  $X_{\text{ИЗМ}}$  – значение измеренной величины;  $X_0$  – показания эталона.

Результаты расчета погрешности заносят в протокол (Приложение А.1).

Оценивание стандартной неопределенности проводят по формулам, указанным в Приложении А.4. На основе расчетов составляется Бюджет неопределенности измерений (Приложение А.4).

## **9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КАЛИБРОВКИ**

Результаты калибровки фиксируются в журнале, заносятся в электронную базу. Информация о калибровке распространяется согласно требованиям СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений.

При положительных результатах калибровки оформляется «Сертификат о калибровке» (Приложение А.2).

При результатах калибровки, неудовлетворяющих положениям данной методики, выписывается «Извещение о непригодности к применению» (Приложение А.3) с указанием соответствующей информации. Информация так же вносится в журнал, заносятся в базу.

## Форма протокола калибровки

определения погрешности показаний микрометрической головки микрометрического нутромера с ценой деления 0,01 мм с пределами измерения 75-600 мм

[illegible]

годен, непригоден

ПОДПИСЬ

«            » 20 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.2**  
**Форма Сертификата о калибровке**

<p><b>ООО</b></p> <p><b>«Уральский дизель-моторный завод»</b></p> <p><b>СЕРТИФИКАТ О КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ</b></p> <p>№ _____</p> <p style="text-align: right;">Действительно до « ____ » _____ г.</p> <p>Наименование средства измерений _____</p> <p>Тип _____</p> <p>Заводской № _____</p> <p>Предел измерений _____</p> <p>Действительное значение метрологических характеристик: _____</p> <p style="text-align: center;">Принадлежит _____</p> <p><b>На основании результатов калибровки признан <u>годным</u> и <u>допущен к</u> применению</b></p> <p>Специалист, проводивший калибровку _____</p> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"><tr><td style="width: 50%; text-align: center;">_____</td><td style="width: 50%; text-align: center;">_____</td></tr><tr><td style="text-align: center;">подпись</td><td style="text-align: center;">Ф.И.О</td></tr><tr><td colspan="2" style="text-align: right;">« ____ » _____ 20 ____ г.</td></tr></table>		_____	_____	подпись	Ф.И.О	« ____ » _____ 20 ____ г.	
_____	_____						
подпись	Ф.И.О						
« ____ » _____ 20 ____ г.							

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.3**  
**Форма Извещения о непригодности**

**ООО**

**«Уральский дизель-моторный завод»**

**ИЗВЕЩЕНИЕ**

**о непригодности к применению**

**№ \_\_\_\_\_**

Средство измерений \_\_\_\_\_

наименование, тип

---

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие и номер имеются)

заводской номер \_\_\_\_\_

принадлежащее \_\_\_\_\_

наименование прибородержателя

на основании результатов поверки (калибровки) признано непригодным к применению

Причины непригодности: \_\_\_\_\_

---

Калибровку провел \_\_\_\_\_

подпись , дата

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А.4

### Оценивание стандартной неопределенности

1. Неопределенность погрешности нутромера микрометрического в предположении U-образного закона распределения рассчитывается по формуле (1).

$$u_B(\delta_1) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ (мм)}, \quad (1)$$

где  $\Delta$  – погрешность нутромера (мм).

2. Неопределенность погрешности настройки нутромера, в предположении U-образного закона распределения рассчитывается по формуле (2).

$$u_B(\delta_2) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ (мм)}, \quad (2)$$

где  $\Delta$  – погрешность настройки нутромера (мм).

3. Неопределенность погрешности центрирования, в предположении U-образного распределения, рассчитывается по формуле (3).

$$u_B(\delta_3) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ (мм)}, \quad (3)$$

где  $\Delta$  – погрешность центрирования нутромера (мм).

4. Неопределенность погрешности из-за деформации при свинчивании, в предположении U-образного закона распределения, рассчитывается по формуле (4).

$$u_B(\delta_4) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ (мм)}, \quad (4)$$

где  $\Delta$  – погрешность от деформации при свинчивании (мм).

5. Неопределенность погрешности неточного отсчета, в предположении U-образного закона распределения, рассчитывается по формуле (5).

$$u_B(\delta_5) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ (мм)}, \quad (5)$$

где  $\Delta$  – погрешность неточного отсчета (мм).

6. Неопределенность температурных погрешностей нутромера микрометрического, в предположении U-образного распределения, рассчитывается по формуле (6).

$$u_B(\delta_6) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ (мм)}, \quad (6)$$

где  $\Delta$  – погрешность температурных погрешностей нутромера (мм).

Суммарная стандартная неопределенность по типу В рассчитывается по формуле (7).

$$u_B = \sqrt{\sum_i u_B^2(\delta_i)} \text{ (мм)}. \quad (7)$$

Суммарная стандартная неопределенность измерения будет определяться через стандартные неопределенности входных величин по формуле (8).

$$u_C(D_{20}) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (8)$$

Если предположить, что  $u_A = 0$ , то суммарная стандартная неопределенность  $u_C(D_{20}) = u_B$ .

Расширенная неопределенность измерения нутромером микрометрическим будет определяться из формулы (9).

$$U(D_{20}) = k * u_C(D_{20}), \quad (9)$$

где  $k$  – коэффициент охвата для вероятности 0,95.

**Бюджет неопределенности измерений нутромером микрометрическим  
для интервала диаметров 75 мм - 600 мм**

Входная величина	Оценка входной величины, мм	Стандартная неопределенность, мм	Коэффициент чувствительности	Вклад неопределенности, мм
$\delta_1$				
$\delta_2$				
$\delta_3$				
$\delta_4$				
$\delta_5$				
$\delta_6$				
Выходная величина	Оценка выходной величины, мм	Суммарная стандартная неопределенность, мм	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность, мм

Относительная неопределенность результата измерения рассчитывается по формуле (10).

$$u_{\text{отн}}(D_{20}) = \frac{u_c(D_{20})}{D_{20}} * 100\%. \quad (10)$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Организационная структура управления «Дирекция по качеству»

Организационная структура управления  
**Дирекция по качеству**  
с 01 ноября 2018 г.

Приложение №3

К приказу № 167 от 29 октября 2018 г.  
Введена в действие с 01 ноября 2018 г.



Директор по качеству

М.В. Кондратенко

Начальник департамента по управлению персоналом

О.В. Миронова

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**Свидетельство об утверждении типа СИ**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
об утверждении типа средств измерений

**RU.C.27.059.A № 50239**

Срок действия до **25 марта 2018 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
**Нутромеры микрометрические НМ**

ИЗГОТОВИТЕЛЬ  
**Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственное  
Предприятие "Челябинский инструментальный завод", г. Челябинск**

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № **35818-13**

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ  
**МП-002-10-2012**

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **1 год**

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по  
техническому регулированию и метрологии от **25 марта 2013 г. № 311**

Описание типа средств измерений является обязательным приложением  
к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства

  
  
**Ф.В.Булыгин**  
..... 2013 г.

Серия СИ

№ **009099**



Срок действия до 02 февраля 2023 г.

Продлен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02 февраля 2018 г. № 200

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства



С.С. Голубев

2018 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Описание типа средства измерений

Приложение к свидетельству № 50239  
об утверждении типа средств измерений

Лист № 1  
всего листов 5

#### ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

##### Нутромеры микрометрические НМ

##### Назначение средства измерений

Нутромеры микрометрические предназначены для измерения диаметров отверстий и внутренних размеров;

##### Описание средства измерений

Принцип действия нутромера микрометрического – механический.

Нутромеры с верхним пределом измерения до 3000 мм изготавливаются с микрометрической головкой, а свыше 3000 мм — с микрометрической головкой, оснащенной индикатором часового типа класса точности 0, по ГОСТ 577—68.

Измерительные поверхности микрометрической головки и измерительного наконечника являются сферическими.

Микрометрическая головка имеет стопорное устройство для закрепления микрометрического винта.

Конструкция микрометрической головки обеспечивает возможность совмещения нулевого штриха барабана с продольным штрихом стебля при установке головки по установочной мере.

На удлинителях размером 300 мм и более предусмотрены теплоизоляционные накладки.

Измерительные поверхности наконечников и микрометрических головок нутромеров выполнены из твердого сплава.

Внешний вид нутромеров представлен на рисунках 1, 2.



Рисунок 1 – Нутромер микрометрический НМ50-75.



Рисунок 2 – Нутромер микрометрический HM50-600

#### Метрологические и технические характеристики

Пределы допускаемой погрешности нутромеров при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С и относительной влажности до 80 % при 25 °С соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Измеряемые размеры, мм	Пределы допускаемой погрешности, мкм
От 50 до 125 включительно	$\pm 4$
Свыше 125 до 200 включительно	$\pm 6$
Свыше 200 до 325 включительно	$\pm 8$
Свыше 325 до 500 включительно	$\pm 10$
Свыше 500 до 800 включительно	$\pm 15$
Свыше 800 до 1250 включительно	$\pm 20$
Свыше 1250 до 1600 включительно	$\pm 25$
Свыше 1600 до 2000 включительно	$\pm 30$
Свыше 2000 до 2500 включительно	$\pm 40$
Свыше 2500 до 3150 включительно	$\pm 50$
Свыше 3150 до 4000 включительно	$\pm 60$
Свыше 4000 до 5000 включительно	$\pm 75$
Свыше 5000 до 6000 включительно	$\pm 90$

Пределы допускаемой погрешности микрометрических головок и микрометрических головок с индикатором соответствуют значениям, указанным в таблице 2.

Радиусы сферы микрометрической головки и измерительного наконечника находится в пределах значений, указанных в таблице 2.



Таблица 2

Диапазон измерений нутромеров, мм	Пределы допускаемой погрешности микрометрических головок и микрометрических головок с индикатором, мкм	Радиусы сферы измерительных поверхностей, мм
50-75.	±3	От 12 до 20
50-175; 50-600; 75-175; 75-600.		От 16 до 25
150-1250; 150-1400; 150-2500.	±4	От 50 до 60
150-3000; 350-4000; 350-6000.	±10	

Допускаемые отклонения длины установочных мер соответствуют значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Нижний предел измерений нутромеров, мм	Допустимые отклонения длины от номинальных размеров, мкм
50	±1,5
75	±1,5
150	±3,0
350	±6,0

Параметр шероховатости поверхностей контакта и измерительных поверхностей микрометрической головки, измерительного наконечника, удлинителей и установочных мер  $Ra \leq 0,1$  мкм по ГОСТ 2789—73.

Расстояние от стебля до измерительной кромки барабана у продольного штриха стебля не более 0,45 мм.

Изменение длины нутромера при ее определении сначала при расположении опор на расстоянии  $1/5$  поверяемой длины от измерительных поверхностей, а затем при расположении опор на расстоянии 220 мм от измерительных поверхностей для нутромеров с микрометрической головкой и 320 мм для нутромеров с микрометрической головкой, оснащенной индикатором не более значений, указанных в таблице 4.

При вращении нутромера на двух опорах, расположенных на расстоянии  $1/5$  поверяемой длины от измерительных поверхностей, точка касания измерительной поверхности с плоскостью, перпендикулярной оси нутромера, не выходит за пределы окружностей диаметрами  $d$ , указанными в таблице 4.

Таблица 4

Измеряемые размеры, мм	$d$ , мм	Допускаемое изменение длины нутромера, мкм
1	2	3
До 1250	1	-
Свыше 1250 до 1600 включительно	2	5

1	2	3
Свыше 2000 до 2500 включительно	3	10
Свыше 2500 до 3150 включительно	3	15
Свыше 3150 до 4000 включительно	4	25
Свыше 3150 до 4000 включительно	4	40
Свыше 4000 до 5000 включительно	6	50
Свыше 5000 до 6000 включительно	8	70

Габаритные размеры микрометрической головки и ее масса приведены в таблице 5.

Таблица 5

Модификация	Масса, кг, не более	Габаритные размеры, мм, не более
НМ 50-75	0,1	50x16x20
НМ 50-175	0,1	50x16x20
НМ 50-600	0,1	50x16x20
НМ 75-175	0,2	75x16x20
НМ 75-600	0,2	75x16x20
НМ 150-1250	0,25	150x20x22
НМ 150-1400	0,25	150x20x22
НМ 150-2500	0,25	150x20x22
НМ 150-3000	0,25	150x20x22
НМ 350-4000	0,6	350x20x22
НМ 350-6000	0,6	350x20x22

Цена деления: 0,01 мм.

Рабочие условия эксплуатации:

Рабочий диапазон температур окружающей среды от 10 до 30 °С.

Относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре 25 °С;

Средний срок службы – не менее 4 лет.

#### Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист паспорта, а также на микрометрическую головку методом тампопечати.

#### Комплектность средства измерений

Таблица 6

Наименование	Количество	Примечание
Головка микрометрическая	1 шт.	По заказу
Наконечник	1 шт.	
Набор удлинителей	1 шт.	По заказу
Установочная мера	1 шт.	
Ключ	3 шт.	
Футляр	1 шт.	
Паспорт	1 экз.	
Методика поверки МП-002-10-2012	1 экз.	

### **Поверка**

Поверка нутромеров - по МП-002-10-2012 «Нутромеры микрометрические НМ. Методика поверки» утвержденной ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в декабре 2012 г.

Основные средства поверки

- меры длины концевые плоскопараллельные 4 разряда;
- оптико-механическая машина типа ИЗМ.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

содержатся в паспорте средства измерения.

### **Нормативные и технические документы устанавливающие требования к нутромерам микрометрическим НМ.**

ТУ 3934-009-74229882-2012 «Нутромеры микрометрические. Технические условия»;

ГОСТ Р 8.763 2011 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне  $1 \cdot 10^{-9} \div 50$  м и длин волн в диапазоне  $0,2 \div 50$  мкм».

### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

### **Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственное Предприятие «Челябинский инструментальный завод»

Адрес: 454008, Россия, г. Челябинск, Свердловский тракт, 38

Тел./факс (351) 211-01-91, 211-60-61, 211-60-56

[www.chiz.ru](http://www.chiz.ru), e-mail: [chiz\\_tool@mail.ru](mailto:chiz_tool@mail.ru)

### **Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений ФБУ «Челябинский ЦСМ»

Регистрационный номер № 30059-10

Адрес: 454048, Россия, г. Челябинск, ул. Энгельса, 101

Телефон, факс (351) 2320401, e-mail: [stand@chel.surnet.ru](mailto:stand@chel.surnet.ru)

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

### **Методические рекомендации к проведению лабораторной работы «Калибровка Нутромера микрометрического НМ-600»**

*Цель:* приобрести навыки проведения калибровки Нутромера микрометрического НМ-600.

*Задачи:*

1. Закрепить знания о методике калибровки НМ-600;
2. Научиться определять погрешность показаний микрометрической головки НМ-600;
3. Научиться оценивать стандартную неопределенность измерений НМ-600.

*Оснащение:*

1. Методические указания;
2. Нутромер микрометрический НМ-600;
3. Измерительная машина ИЗМ-1;
4. Набор ПКМД 4-го разряда;
5. Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600;
6. Калькулятор инженерный;
7. Справочная литература.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

#### **Общие теоретические сведения**

Нутромер микрометрический типа НМ предназначен для определения внутренних размеров деталей и их поверхностей: отверстий, пазов, уступов и тому подобных.

Нутромер данного типа состоит из микрометрической головки, измерительных поверхностей с двухконтактным касанием к измеряемому изделию, стопора, стебля с нониусом, барабана. Измерительные поверхности наконечника оснащены твердым сплавом.

Считывание результата измерений производится по шкалам стебля и барабана.

Конструкция нутромера обладает хорошей жесткостью при минимальном весе. Нутромер имеет установочную меру, позволяющую производить непосредственно на рабочем месте периодическую проверку и установку на «нуль» микрометрической головки с измерительным наконечником.

Нутромер комплектуется удлинителями для обеспечения измерений в заданном диапазоне 75-600 мм. Настройка нутромера на измерение определенного диапазона геометрических размеров производится путем подбора соответствующих удлинителей.

Метрологические характеристики Нутромера микрометрического НМ-600 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики Нутромера микрометрического НМ-600

Условное обозначение	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Предел допускаемой погрешности, мкм	Предел допускаемой погрешности микрометрических головок, мкм
НМ-600	75-600	0,01	от $\pm 4$ до $\pm 15$	$\pm 3$

Обозначение нутромера микрометрического НМ, с диапазоном измерений 75-600 мм, ценой деления 0,01:

*Нутромер НМ-600-0,01 ГОСТ 10-88*

Калибровку Нутромера микрометрического НМ-600 проводят методом непосредственного сличения. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины калибруемым и эталонным приборами. При этом определяют погрешность как разницу показаний поверяемого и эталонного средств измерений, принимая показания эталона за действительное значение величины.

Методика калибровки Нутромера микрометрического НМ-600 содержит следующие разделы:

1. Область применения.

В разделе указана краткая характеристика калибруемого СИ, рекомендуемый интервал между калибровками (1 год), а также установлено место, в котором применяется данная методика – ООО «Уральский дизель-моторный завод».

## 2. Нормативные ссылки.

При разработке настоящей методики были использованы следующие нормативные документы: ГОСТ 10-88 «Нутромеры микрометрические. Технические условия»; ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»; ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования»; ГОСТ 17215-71 «Нутромеры микрометрические. Методы и средства поверки»; СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений - ООО «УДМЗ» - 2012.

## 3. Технические требования.

Раздел включает следующие пункты:

3.1 Сведения о метрологических характеристиках Нутромера микрометрического НМ-600, такие как диапазон измерений и предел допускаемой погрешности;

3.2 Требования к средствам калибровки, а именно к измерительной машине ИЗМ-1, изготовленной по ГОСТ 10875-76, ПКМД 4-го разряда по ГОСТ 9038-90, горизонтальному длиномеру, изготовленному по ГОСТ 14028-68;

3.3 Требования к условиям проведения калибровки, таким как температура окружающего воздуха, температура установочных мер и относительная влажность.

## 4. Требования к квалификации калибровщиков.

К проведению калибровки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию. Сотрудники должны быть профессионально подготовлены,

иметь опыт работы с Нутромером микрометрическим НМ-600 и знать требования настоящей методики.

#### 5. Требования по обеспечению безопасности.

При проведении калибровки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», а также требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах калибруемого нутромера и средств калибровки.

#### 6. Подготовка к процедуре калибровки.

В данном разделе указаны подготовительные работы к проведению калибровки: детали нутромера и установочная мера должны быть промыты авиационным бензином, протерты чистой салфеткой и выдержаны в лаборатории не менее 3 ч.

#### 7. Процедура калибровки.

Калибровка Нутромера микрометрического НМ-600 состоит из следующих операций:

- внешний осмотр;
- проверка взаимодействия частей;
- определение положения торца конической части барабана относительно нулевого штриха;
- определение погрешности показаний микрометрической головки и изменение ее размера при зажиме и освобождении стопорного винта;
- определение суммарного размера микрометрической головки с присоединенными к ней удлинителями;
- определение рабочего размера установочных мер;
- оценивание стандартной неопределенности.

#### 8. Обработка результатов измерений.

В данном разделе указана формула для расчета погрешности показаний микрометрической головки, также указана ссылка к приложению А.4, в котором даны формулы для оценивания стандартной неопределенности.

#### 9. Оформление результатов калибровки.

Результаты калибровки фиксируются в журнале, заносятся в электронную базу. Информация о калибровке распространяется согласно требованиям СМК.ДП-7.6-01-2018. Документированная процедура. Управление средствами измерений. Порядок приобретения, учета, эксплуатации, поверки (калибровки), ремонта, транспортирования, хранения и списания средств измерений.

При положительных результатах калибровки оформляется «Сертификат о калибровке» (Приложение А.2).

При результатах калибровки, неудовлетворяющих положениям данной методики, выписывается «Извещение о непригодности к применению» (Приложение А.3) с указанием соответствующей информации. Информация так же вносится в журнал, заносится в базу.

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить теоретическую часть;
2. Подготовиться к процедуре калибровки с учетом требований указанных в п.3.3 и п.6 данной методики;
3. Провести операции внешнего осмотра и проверки взаимодействия частей Нутромера микрометрического НМ-600 в соответствии с п.7.1 и п.7.2 методики калибровки;
4. Выполнить операцию п.7.3 методики калибровки;
5. Провести операции п.7.4 – 7.5 методики, пользуясь формулой указанной в п.8;
6. Заполнить форму протокола, данную в приложении А.1;
7. Выполнить операцию п.7.6 методики калибровки;
8. С помощью приложения А.4 данной методики, оценить стандартную неопределенность измерений НМ-600 (п.7.7);



9. Составить Бюджет неопределенности измерений (Приложение А.4 методики);

10. Занести результаты калибровки в электронную базу, а также зафиксировать их в соответствующем журнале;

11. В зависимости от полученных результатов калибровки, оформить Сертификат (Приложение А.2 методики), либо Извещение (Приложение А.3 методики);

12. Создать отчет о проведенной лабораторной работе.

### **Требования к отчету**

Отчет должен содержать:

1. Наименование работы;
2. Цель работы;
3. Описание проведенных операций калибровки;
4. Расчеты погрешности и неопределенности измерений;
5. Протокол;
6. Бюджет неопределенности измерений;
7. Сертификат о калибровке, либо Извещение о непригодности;
8. Вывод о проведенной калибровке.